



Université ABBES LAGHROUR Khenchela

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Industriel

جامعة عباس لغزور خنشلة

كلية العلوم والتكنولوجيا

قسم الهندسة الصناعية



N° Série:

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electrotechniques

Spécialité : Commande électrique

THEME

**Conception et Réalisation d'un banc de
mesure de caractéristique instantanée
des modules photovoltaïques**

Réalisées par : *SIAD Allaeddine*

MARIR Ayoub

Encadrent :

Rapporteur:

Dr. SAIDI Abdelkader

Promotion 2022/2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, Allah qui nous a donné la force et le courage afin de parvenir à élaborer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre encadrent: Mr. SAIDI Abdelkader qui a partage sont travail de recherche et pour nous avoir offert un cadre de travail agréable et un encadrement de qualité et pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à ce travail en acceptant de faire partie du jury.

Enfin, nous remercions tous nos enseignants du département de télécommunication de l'université ABBES LAGHROUR Khenchela, sans oublier de citer tous les enseignants qui ont contribué à notre formation depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaire.

Dédicaces

On a l'immense honneur de dédier ce mémoire :

*À nos très chers parents qui étaient présents de nos
côtés durant toute notre vie.*

À nos frères et nos sœurs.

À mes très chers amies et collègues.

À tous mes connaissances.

*À tous mes enseignants qui ont fait leurs possibles
pour nous donner le maximum d'informations
concernant notre étude.*

À tous la promotion 2023.



Table des matières

Tables des matières

Introduction générale	1
Chapitre I	2
L'état d'art	2
1 Introduction:	3
2 L'énergie solaire	4
3 Spectre solaire	5
4 Gisement solaire	6
5 Effet photovoltaïque:	7
5.1 Différents éléments d'un système photovoltaïque:	7
5.2 Types d'installations des systèmes photovoltaïques :	8
5.2.1 Systèmes autonomes	8
5.2.2 Système raccordé au réseau	9
5.2.3 Les systèmes photovoltaïques hybrides.....	9
6 La cellule photovoltaïque :	10
6.1 Le rôle de la cellule photovoltaïque	11
6.2 Domaines d'application:	11
6.3 Le fonctionnement de la cellule photovoltaïque	12
6.4 Les types de la cellule photovoltaïque.....	12
6.4.1 Les cellules monocristallines	12
6.4.2 Silicium poly cristallin.....	13
6.4.3 Cellules de silicium amorphes	14
6.5 Les avantages et les inconvénients de chaque cellule.....	15
7 Modélisation d'un module photovoltaïque	16
7.1 Modèle d'une cellule photovoltaïque	16
7.2 MODELISATION ELECTRIQUE D'UNE CELLULE PHOTOVOLTAIQUE	17
8 L'assemblage des panneaux PV	18
8.1 Le montage de modules photovoltaïques en série	18
8.2 Le montage de modules photovoltaïques en parallèle	19
9 Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque :	20
9.1 Avantage :	20
9.2 Inconvénients :	20
10 Les Effets sur le panneau photovoltaïque:	21
10.1 Effet de la température :	21
10.2 Effet d'ombrage sur la sortie du système solaire photovoltaïque	21

Tables des matières

11	Protocole de communication.....	22
11.1	Bus i2c.....	22
11.2	BUS SPI.....	24
11.3	BUS UART.....	25
	<i>Conclusion:</i>	27
	Chapitre II.....	28
	Présentation des composants.....	28
1	Introduction:.....	29
2	Panneau solaire:.....	29
3	Tp 4056 charge de batterie:.....	29
3.1	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES.....	30
3.2	APPLICATIONS.....	32
4	Les batteries:.....	32
4.1	La batterie lithium-ion:.....	32
5	Le quartz oscillatoire.....	33
6	Définition principale du capteur.....	34
6.1	Le capteur de température et le capteur d'humidité (DHT11).....	34
6.1.1	Principales caractéristiques de DHT11.....	34
6.2	Le capteur de température et le capteur d'humidité (DHT22).....	35
6.2.1	Caractéristique:.....	35
7	Le Capteur de tension (ina219) :.....	36
8	Le Capteurs de Luminosité (tsl2561) :.....	37
8.1	Caractéristiques des différents types de capteurs de luminosité.....	37
9	Radio Fréquence Srx882.....	38
9.1	Pin Définition:.....	38
9.2	Caractéristiques:.....	39
9.3	Application:.....	39
9.4	Antenne appropriée :.....	39
10	Radio Fréquence STX882.....	40
10.1	Pin Definition:.....	40
10.2	Caractéristiques :.....	40
11	Le pic 16F876A.....	41
11.1	Introduction sur les microcontrôleurs :.....	41
11.2	Les avantage des microcontrôleurs :.....	41
11.3	La composition d'un microcontrôleur :.....	42
11.4	Structure d'un PIC :.....	43

Tables des matières

11.5	Le choix du microcontrôleur :	43
11.6	Le microcontrôleur PIC 16F876A :	43
11.7	Brochage du PIC 16F876A:	45
12	K150 pic programmeur :	45
12.1	Liste des périphériques:	45
	<i>Conclusion</i>	47
	Chapitre III:	48
	Simulation et implémentation.....	48
1	Introduction	49
2	Proteus:	49
2.1	Présentation générale:	49
3	CCS C Compliner:.....	50
4	Branchement de différents composants avec le Pic dans le proteus :	51
4.1	Branchement de srx882 :	51
4.2	Branchement de Panneau solaire :	51
4.3	Branchement de Dht11 :	52
4.4	Partie émetteur de la carte d'acquisition :	52
4.5	Partie Récepteur de la carte d'aquisition :	53
5	Simulation de capteur Dht11 avec le proteus:	53
	<i>Conclusion</i> :	54
	Chapitre IV:.....	55
	Réalisation	55
1	Introduction:	56
2	Arduino uno :	57
3	Ide Arduino :	57
4	Réalisation:	58
5	PLX-DAQ programme :	59
6	Les résultats :	60
	<i>Conclusion</i>	62
	Conclusion générale:.....	64
	<i>Références bibliographique</i>	66

Liste figures et des tableaux

Figure 1:Énergie solaire.....	4
Figure 2:spectre du rayonnement solaire	6
Figure 3:gisement solaire en Algérie 1992-2002	7
Figure 4:Schéma de panneau photovoltaïque et schémas d'installations.....	8
Figure 5:Installation photovoltaïque autonome.....	9
Figure 6:Injection partielle et injection totale	9
Figure 7:Equipements formant la nouvelle centrale hybride de Kaw	10
Figure 8:Schéma d'une cellule photovoltaïque	10
Figure 9:Cellule photovoltaïque	11
Figure 10:Structure et diagramme de bande d'une cellule photovoltaïque.....	12
Figure 11:Module Monocristallin de silicium	13
Figure 12:Module de silicium poly cristalline.....	14
Figure 13:Vue en coupe schématique d'une cellule amorphe de film mince de Si.....	15
Figure 14:Modèle électrique d'une cellule PV	16
Figure 15:caractéristiques I-V d'une cellule en silicium cristallin.....	17
Figure 16:caractéristiques P-V d'une cellule en silicium cristallin.....	18
Figure 17:Branchement de panneaux en série.....	19
Figure 18:Branchement de panneaux en parallèle.....	19
Figure 19:Effet de la température sur le panneaux pv	21
Figure 20:La différence de sortie du panneau solaire ombragé et non ombragé.....	22
Figure 21:Représentation graphique de l'effet de l'ombrage sur le système solaire.....	22
Figure 22:Exemple de câblage d'une liaison I2C multipoints	23
Figure 23:Exemple de câblage SPI	25
Figure 24:Câblage d'une liaison série UART	26
Figure 25:Exemple de panneau solaire.....	29
Figure 26:tp4056 chargeur de batterie.....	30
Figure 27:la structure de tp4056	31
Figure 28:batterie de lithium-ion.....	33
Figure 29:exemple de quartz oscillatoire.....	33
Figure 30:Carte d'un capteur de température DHT11.....	34
Figure 31: Carte d'un capteur d'humidité DHT22.....	35
Figure 32:le capteur ina129.....	36
Figure 33:Capteurs de Luminosité.....	37
Figure 34:la structure de SRX882.....	38
Figure 35:la structure de stx882	40
Figure 36:le pic 16f876a	41
Figure 37:Structure interne d'un microcontrôleur	42
Figure 38:Architecture interne du PIC16F876A.....	44
Figure 39:Brochage du 16F876A.....	45
Figure 40:Installation de programme	47
Figure 41:Accueil de Proteus.....	49
Figure 42:Accueil de CCS Compliner	50
Figure 43:pic avec SRX882S (proteus).....	51
Figure 44:Panneau solaire avec pic(Proteus)	51
Figure 45:dht11 avec pic (proteus).....	52
Figure 46:schéma émetteur (proteus).....	52
Figure 47:schéma émetteur (proteus).....	53
Figure 48:Le programme de dht 11 (CCS Compiler)	53

Liste figures et des tableaux

Figure 49:La simulation de dht 11 (Proteus)	54
Figure 50:Schéma d'une mesure de modules photovoltaïques en chaîne solaire	56
Figure 51:Buck convertisseur	56
Figure 52:Arduino uno	57
Figure 53:programme sous l'environnement d'arduino ide	58
Figure 54:carte d'acquisition[39]	58
Figure 55:réalisation final de projet [39]	59
Figure 56:L'interface d'utilisation et affichage[40].....	60
Figure 57:Contrôle d'accès.	60
Figure 58:Affichage des résultats sur le tableur Excel.	61
Figure 59:Radiation solaire.....	61
Figure 60:Température (T) et humidité (H).....	61
Figure 61:Sortie du courant (I _{pv}) et convertisseur DC-DC de sortie (I _{out})	62
Figure 62:Sortie de la puissance (P _{pv}) et convertisseur DC-DC de sortie (P _{out})	62

Liste des tableaux

Tableau 1:Caractéristiques énergétique des différents types des cellules.....	16
Tableau 2:Tableau comparatif UART / I2C / SPI	26
Tableau 3: La différence entre dht11 et dht22.....	36
Tableau 4:Caractéristique du convertisseur buck DC-DC	57



Introduction

générale

Introduction générale

Introduction générale

Les ressources d'énergie fossile sont limitées, le pétrole et le gaz naturel seront pratiquement épuisés dans les quarante années à venir, à cette préoccupation première de développement d'énergie alternatif aux énergies fossiles, est venue se greffer la nécessité de réduire considérablement la production de gaz à effet de serre qui cause de grave dommage à notre environnement et provoque des changements climatiques de grande envergure. [1]

Le système photovoltaïque est un moyen souple d'exploitation d'une des énergies renouvelables les plus abondantes qui est l'énergie solaire. En effet, pour cette forme d'exploitation de l'énergie solaire, on produit directement de l'électricité, ils utilisent des matériaux exploitant les propriétés des semiconducteurs et fournissant un courant continu lorsqu'ils sont éclairés. [2]

L'énergie solaire n'est pas disponible la nuit, il est nécessaire d'équiper les systèmes photovoltaïques autonomes par des batteries d'accumulateur qui permettent de stocker l'énergie et de restituer en temps voulu.

Dans ce travail nous avons fait la réalisation d'un système embarqué d'acquisition des données pour l'analyse et diagnostic d'un système photovoltaïque, ce mémoire est partagé en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre nous allons commencer par une introduction à l'énergie renouvelable, dans le deuxième temps nous montrons le principe de l'effet photovoltaïque, nous allons citer les différents types des systèmes PV quelques notions sur les panneaux solaires, leurs principe de fonctionnement et leur montage.

Le deuxième chapitre nous avons présenté les différents composants avec leurs caractéristiques.

Le troisième chapitre nous avons présenté la plateforme de la carte d'acquisition.

Dans le quatrième chapitre nous avons présenté une réalisation finale de la carte d'acquisition et simulation complète dans ISIS et aussi la visualisation des cinq paramètres (V_{pv} , I_{pv} , V_{batt} , I_{batt} , température) avec leurs interfaces graphiques.

Chapitre I

L'état d'art

1 Introduction:

L'énergie renouvelable était négligée mais elle est de plus en plus considérée comme une alternative sérieuse permettant de réduire la pollution et le changement climatique

Une énergie est dite renouvelable lorsqu'elle provient de sources que la nature renouvelle en permanence, par opposition à une énergie non renouvelable dont les stocks s'épuisent.

Les énergies renouvelables proviennent de **2 grandes sources naturelles** : le **Soleil** (à l'origine du cycle de l'eau, des marées, du vent et de la croissance des végétaux) **et la Terre** (qui dégage de la chaleur).

Surnommées "énergies propres" ou "énergies vertes", **leur exploitation engendre très peu de déchets et d'émissions polluantes** mais leur pouvoir énergétique est beaucoup plus faible que celui des énergies non renouvelables.

Les énergies renouvelables sont divisées en **6 catégories** :

-L'énergie hydraulique : La force de l'eau des chutes retenue par des barrages ou non fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité.

-L'énergie éolienne:La force du vent fait tourner des éoliennes qui produisent de l'électricité.

-L'énergie solaire:Les rayons du soleil chauffent l'eau grâce à des capteurs solaires ou fournissent de l'électricité grâce à des cellules photovoltaïques.

-L'énergie de la géothermie:La chaleur du sous-sol chauffe directement l'eau ou fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité.

-L'énergie de la biomasse:La combustion de la matière organique (plantes, arbres, déchets animaux, agricoles ou urbains) produit de la chaleur ou de l'électricité.

-Les énergies marines :Les flux naturels d'énergie des eaux marines sont utilisés pour produire de l'électricité. La force des marées fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité. Elle provient du soleil sous forme de rayonnement ou de chaleur

L'énergie solaire peut être captée par des capteurs solaires et être convertie en électricité ou utilisée en chaleur pour chauffer l'air, l'eau ou d'autres fluides.

2 L'énergie solaire

L'énergie solaire est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.



Figure 1:Énergie solaire

- **Le solaire photovoltaïque (PV):** le rayonnement solaire est directement convertie en électricité par des cellules photovoltaïques– (batteries solaires).

- **Le solaire photo thermique:** Des capteurs photo thermiques convertissent l'énergie solaire en énergie thermique (chaleur). Cette chaleur peut être utilisée pour le chauffage, la réfrigération, ou pour produire de l'électricité.

C'est une énergie propre qui n'émet aucun gaz à effet de serre et sa matière première, le soleil, est disponible partout dans le monde, gratuit et inépuisable. [1]

Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque :

Avantage:

Une haute fiabilité, les modules sont garantis pendant 25 ans par la plupart des constructeurs.

Elle ne comporte pas de pièces mobiles, qui la rendent particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.

→ Le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au Mégawatt.

→ Leurs coûts de fonctionnement sont très faibles vu les entretiens réduits, et ils ne nécessitent ni combustible, ni transport, ni personnel hautement spécialisé.

La technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique, car le produit final est non polluant, silencieux, peu de déchet, pas de ligne électrique supplémentaire et pas de nuisance sonore olfactive.

Inconvénients :

→ La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.

→ L'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions.

→ Le rendement réel de conversion d'un module est faible (la limite théorique pour une cellule au silicium cristallin est de 28 %).

→ Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs Diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées.

Enfin, lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur photovoltaïque est accru. La fiabilité et les performances du système restent cependant équivalentes pour autant que la batterie et les composants de régulations associés soient judicieusement choisis.

3 Spectre solaire

La lumière solaire est composée de toutes sortes de rayonnements, de couleurs différentes, caractérisées par différentes longueurs d'onde. Des photons; grains de lumière composent ce rayonnement électromagnétique. En 1924, Louis de Broglie a confirmé la nature à la fois corpusculaire et ondulatoire de la lumière : présence de corpuscules (photons) et propagation d'ondes avec une fréquence de vibration et une longueur d'onde. Le rayonnement émis par le soleil correspond à celui du corps noir à la température de 6000 °C. L'intensité du rayonnement au dessus de l'atmosphère est de 1.35 kW/m², avec un spectre centré au voisinage de $\lambda = 0.48 \mu\text{m}$. A la surface du sol, la densité de puissance n'est plus que de 0.9 kW/m² en raison de l'absorption essentiellement par l'ozone, l'eau et le gaz carbonique. En outre, le spectre n'est plus continu mais présente des bandes d'absorption. Pour mesurer l'effet de l'atmosphère on utilise l'air masse, défini par $AM = 1/\cos \alpha$ ou α représente l'angle que fait la direction du soleil avec la verticale. AM0 est utilisé pour préciser les conditions au

dessus de l'atmosphère. AM 1.5 étant celui atteignant le sol par temps clair (surface d'un mètre carré faisant un angle de 48° avec l'équateur). De plus, on distingue les spectres AM1.5D et AM1.5G qui correspondent respectivement au flux direct et au flux global (direct et diffus). La figure 2 donne ces spectres. Elle indique quelques semi-conducteurs utilisés pour les applications photovoltaïques ainsi que leurs énergies de gap E_g correspondantes.

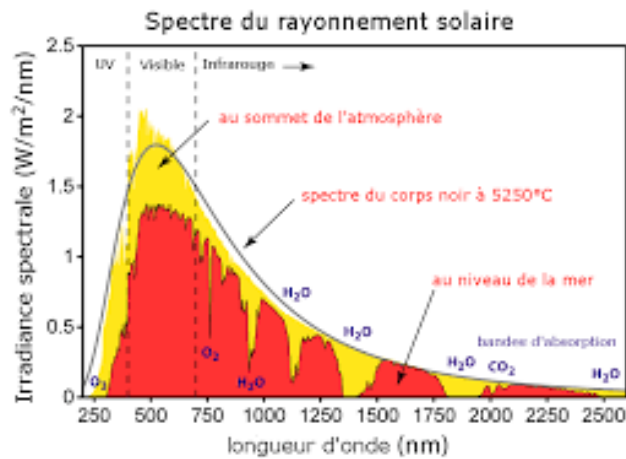


Figure 2: spectre du rayonnement solaire

4 Gisement solaire

Est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire. Il est utilisé dans des domaines aussi variés que l'agriculture, la météorologie, les applications énergétiques et la sécurité publique. Dans les systèmes d'exploitation de l'énergie solaire, le besoin de données d'insolation est d'une importance capitale aussi bien dans la conception et le développement de ces systèmes que dans l'évaluation de leurs performances.

L'existence d'une solide et fiable base de données est une nécessité pour au moins la survie économique des installations de collection et de conversion de l'énergie solaire. [2]

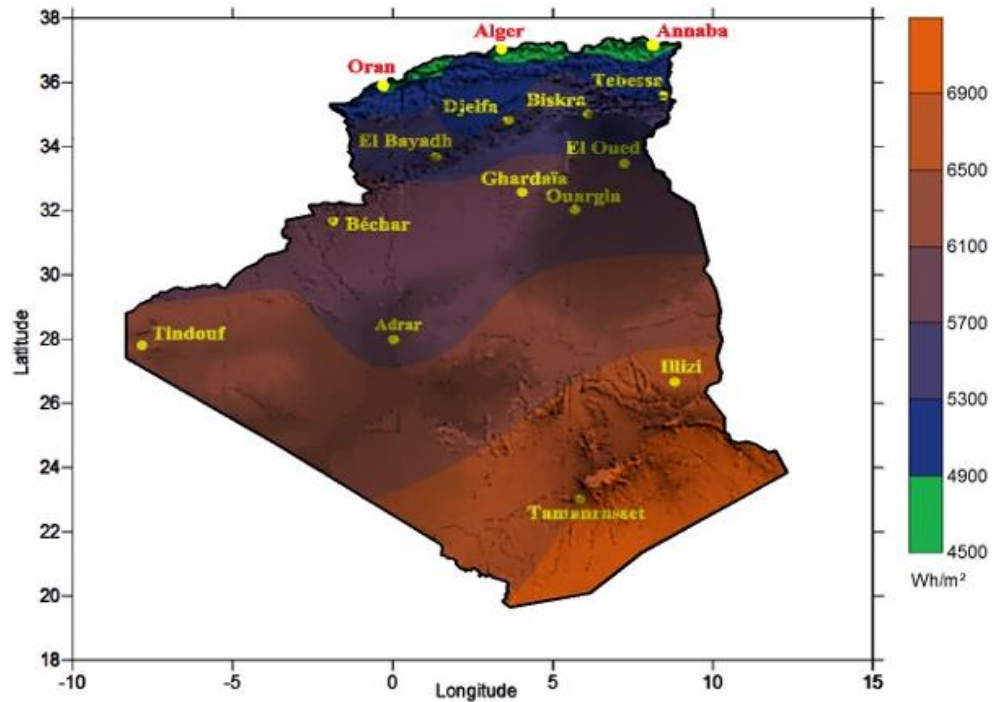


Figure 3:gisement solaire en Algérie 1992-2002

5 Effet photovoltaïque:

L'effet photovoltaïque est un phénomène physique propre à certains matériaux appelés "semi-conducteurs", ce phénomène physique se manifeste lorsque la surface d'une cellule est exposée à la lumière, un photon incident (grain de lumière) interagit avec les électrons du matériau, il cède son énergie ($E = h\nu$) à l'électron qui se retrouve libéré de sa bande de valence et subit donc le champ électrique intrinsèque. Sous l'effet de ce champ, l'électron migre vers la face supérieure laissant place à un trou qui migre en direction inverse. Des électrodes placées sur les faces supérieure et inférieure permettent de récolter les électrons et de leur faire réaliser un travail électrique pour rejoindre le trou de la face antérieure.

5.1 Différents éléments d'un système photovoltaïque:

En général, un système photovoltaïque est composé d'un ensemble de modules photovoltaïques, d'un régulateur de charge, d'une ou plusieurs batteries et un onduleur. [3]

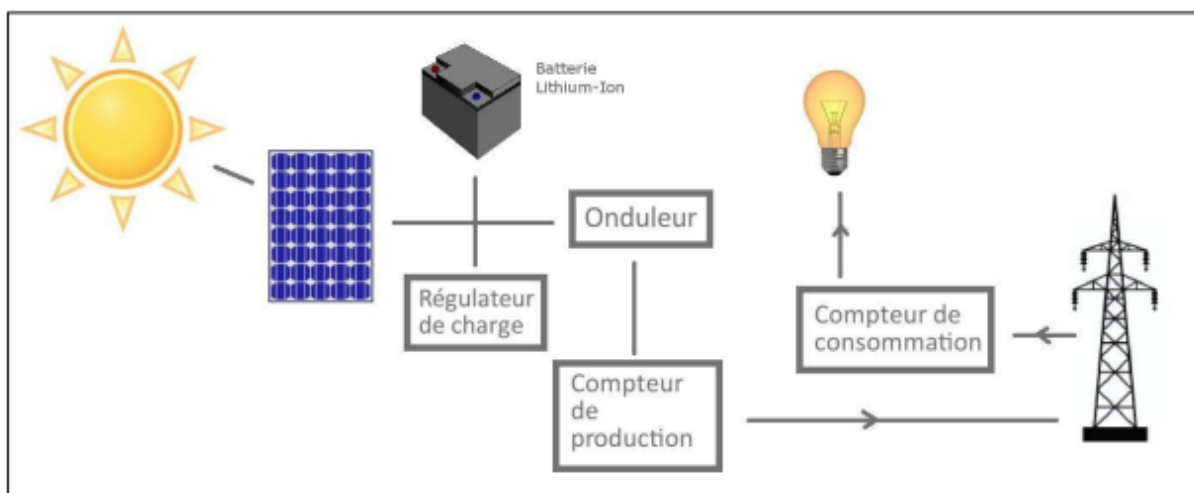


Figure 4:Schéma de panneau photovoltaïque et schémas d'installations

5.2 Types d'installations des systèmes photovoltaïques :

5.2.1 Systèmes autonomes

On dit qu'un système PV est autonome si la charge est passive (exemple : lampes, les moteurs, etc.). Le système PV autonome est un système photovoltaïque complètement indépendant d'autres sources d'énergie et qui alimente l'utilisateur en électricité sans être connecté au réseau électrique. Dans la majorité des cas, un système autonome exigera des batteries ou autres moyens de stockage pour une utilisation durant les périodes de la non disponibilité de l'énergie solaire (par exemple les périodes nocturnes, les périodes non ensoleillées). Les systèmes PV autonomes servent habituellement à alimenter les maisons en site isolé, en îles, en montagne ainsi qu'à des applications comme la surveillance à distance et le pompage de l'eau (dans certains cas). En règle générale, les systèmes PV autonomes sont installés là où ils constituent la source d'énergie électrique la plus économique. À l'heure actuelle, c'est dans les endroits isolés, loin d'un réseau électrique et où les besoins en énergie sont relativement faibles (généralement moins de 10 kWc) que l'énergie photovoltaïque est la plus concurrentielle.

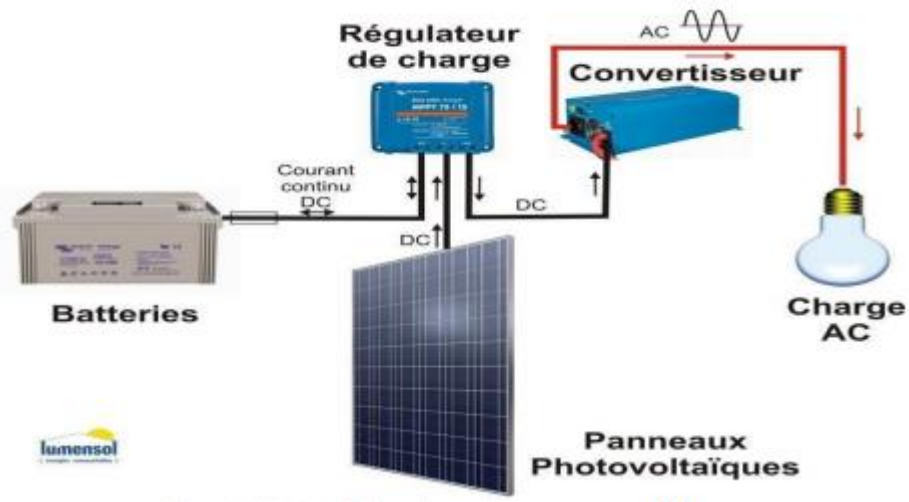


Figure 5: Installation photovoltaïque autonome

5.2.2 Système raccordé au réseau

Un système PV raccordé au réseau Un système PV raccordé au réseau est un système dont la charge est partiellement ou totalement est le réseau électrique. Ç à d. le générateur PV injecte sa puissance à travers un onduleur dans le réseau électrique.

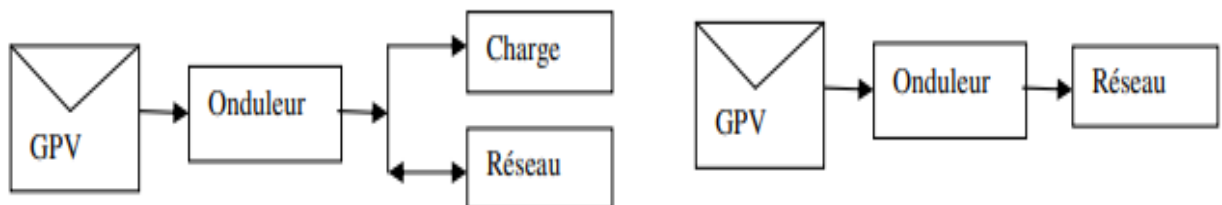


Figure 6: Injection partielle et injection totale

5.2.3 Les systèmes photovoltaïques hybrides

Les systèmes photovoltaïques hybrides intègrent un générateur photovoltaïque et un autre générateur : éolienne, groupe électrogène, système hydroélectrique... et même parfois le réseau public d'électricité.

En général un système de batteries stocke l'énergie et permet ainsi de ne pas perdre l'énergie des sources aléatoires telles que le solaire ou l'éolien.

La difficulté de ce type de système est d'équilibrer les différentes sources d'énergie de façon à toutes les optimiser, étant entendu que les sources thermiques (gazoil, gaz...) et le réseau public, sont toujours les appoints de dernier recours. [4]

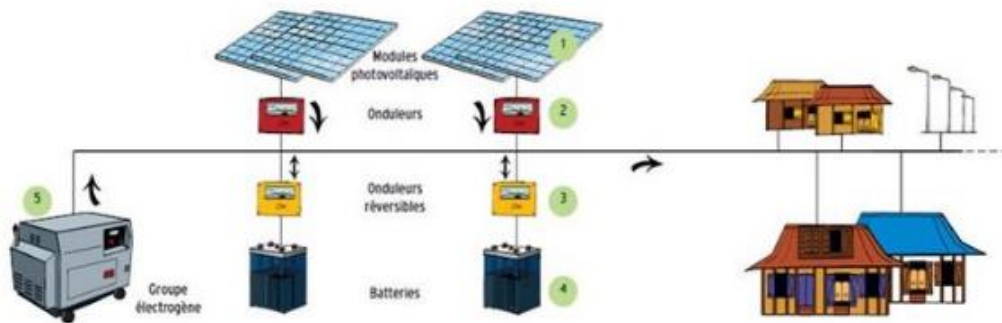


Figure 7: Equipements formant la nouvelle centrale hybride de Kaw

6 La cellule photovoltaïque :

Une cellule solaire photovoltaïque est un **composant électronique** qui permet de produire de l'électricité grâce à **son exposition au soleil**. Utilisé seul ou assemblé à d'autres cellules solaires pour former un panneau solaire, ce composant est destiné à **la production d'électricité** domestique, industrielle, agricole et sert même à alimenter le réseau électrique public. Découvrons ensemble quels sont les différents types de cellules photovoltaïques disponibles, de quoi elles sont composées et quels sont leurs avantages et leurs inconvénients.

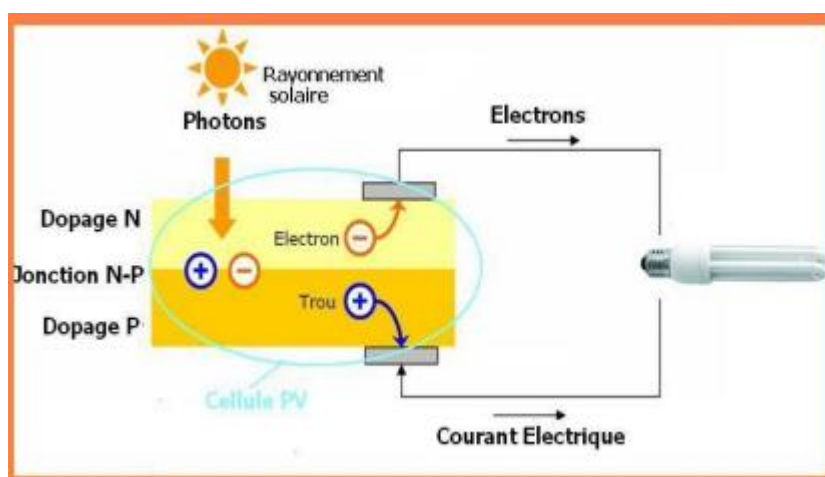


Figure 8: Schéma d'une cellule photovoltaïque

6.1 Le rôle de la cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque sert à générer de l'énergie solaire. Son but est de capter le rayonnement du soleil, c'est-à-dire sa lumière, afin de le transformer en électricité.

La cellule solaire, ou photovoltaïque, peut fonctionner seule, lorsque les besoins sont moindres, pour une calculatrice solaire par exemple. Pour répondre à des besoins plus importants, elle est assemblée en modules solaires photovoltaïques, que nous appelons couramment des panneaux solaires.

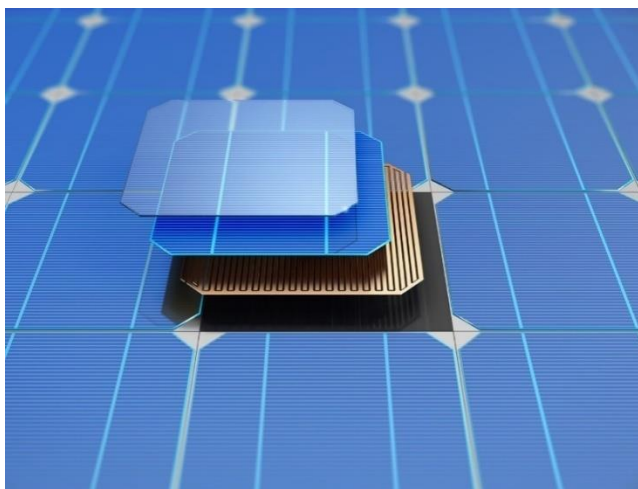


Figure 9: Cellule photovoltaïque

6.2 Domaines d'application:

Les usages de la cellule photovoltaïque sont nombreux. Lorsqu'elle est utilisée seule, elle permet d'alimenter un point d'éclairage (en extérieur, par exemple) ou de faire fonctionner un appareil électrique ayant de faibles besoins de puissance (comme une calculatrice ou une montre, entre autres). Dans ces cas-là, elle vient remplacer le rôle joué jusqu'ici par une pile, dont les composants sont toxiques.

Assemblées entre elles, les cellules photovoltaïques forment un panneau solaire qui génère une puissance combinée. Cette dernière permet de créer de l'électricité et d'alimenter différents appareils ou installations électriques. Les usages de la cellule solaire sont multiples. En effet, la cellule photovoltaïque peut par exemple fournir en électricité :

- Une habitation, lorsque l'installation est domestique
- Le réseau public d'électricité, dans le cas des centrales solaires thermiques
- Les satellites envoyés dans l'espace

- Les bateaux solaires, avions solaires et autres véhicules alimentés grâce à des cellules photovoltaïques

6.3 Le fonctionnement de la cellule photovoltaïque

La cellule photovoltaïque fonctionne grâce au rayonnement solaire. Pour générer de l'électricité, elle fait appel à l'effet photovoltaïque qui est obtenu à la suite du choc des photons issus de la lumière solaire sur un matériau semi-conducteur. Ce dernier transmet l'énergie des photons aux électrons qui vont alors créer la tension électrique.

Voici le principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.

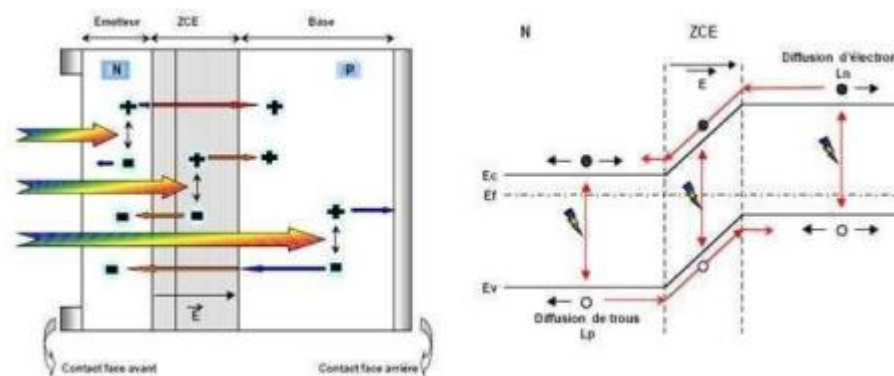


Figure 10: Structure et diagramme de bande d'une cellule photovoltaïque

6.4 Les types de la cellule photovoltaïque

6.4.1 Les cellules monocristallines

Matériaux solides cristallisés Silicium Monocristallin La pile solaire de silicium monocristallin est faite d'un grand monocristal de silicium pur. Ce monocristal est en grande partie fabriqué par la méthode de Czochralski. Il se compose de la fonte de grande pureté de silicium semi-conducteur ayant seulement quelques ppm d'impuretés dans un creuset à 1425 degrés Celsius. Pendant ce procédé de fonte, des atomes d'impuretés de dopant tels que le bore (pour le semi-conducteur de type p) ou le phosphore (pour le semi-conducteur de type n) sont ajoutés au silicium fondu pour doper le silicium ; pour des cellules PV le dopant préféré est le bore. La deuxième étape consiste à plonger un cristal en tige dans le silicium fondu servant d'initiateur de cristallisation. Le cristal a ainsi une orientation bien définie. Ensuite, la tige du cristal est soigneusement retirée et simultanément tournée. Les gradients de

température, la vitesse d'extraction et la vitesse de rotation doivent être contrôlés avec précision. Le résultat est ainsi un monocristal, cylindrique de grande taille. Le procédé de fonte a besoin à la fois d'une atmosphère inerte (par exemple l'argon) et d'une chambre inerte (par exemple quartz). Les inconvénients du procédé de fonte classique sont la basse vitesse de production et les coûts de production car grands consommateurs d'énergie. En outre le lingot doit être scié afin de produire le disque mince pour donner une cellule solaire. Ce procédé est long, et en outre a comme conséquence la perte de matériau précieux. Beaucoup d'efforts de R&D sont entrepris par l'industrie du PV afin d'améliorer le procédé de fabrication. L'aspect du monocristal de silicium est en grande partie noir.

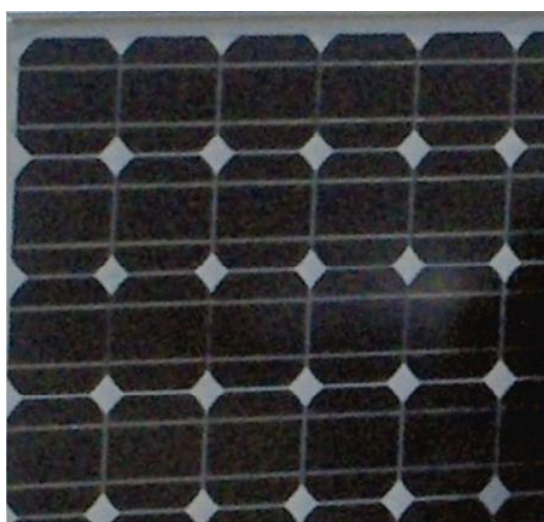


Figure 11:Module Monocristallin de silicium

6.4.2 Silicium polycristallin

Le silicium polycristallin sont très proches des modules monocristallins. La même théorie s'applique ; la principale différence est le procédé de fabrication. Les cellules Poly-SI sont fabriquées avec du SI fondu pur dans un moule de section carrée ; le refroidissement est une étape essentielle parce qu'il détermine la grosseur du grain et la distribution des impuretés. Les lingots obtenus sont coupés dans les barres avec une section transversale de 15.6 cm x 15.6 cm ; finalement ils sont sciés pour obtenir les disques minces. Ce procédé de fabrication donne une structure cristalline multi-grain. Comparé au SI monocristallin, la structure est moins idéale avec pour résultat une perte d'efficacité (environ de 1% comparé à du mono-SI) , mais cet inconvénient est surmonté par des coûts inférieurs de production des disques. Un deuxième avantage est l'agencement des modules de cellules qui sont en général rectangulaires, plutôt que le « pseudo-carré » du mono-SI, ainsi ils peuvent être rangés très

étroitement dans les modules. L'aspect du poly-SI est distinctement bleu dû à l'absorption manquante des photons de plus haute énergie. En fait, ces photons de haute énergie de la partie supérieure du spectre visible sont reflétés.



Figure 12:Module de silicium poly cristalline

6.4.3 Cellules de silicium amorphes

Le silicium amorphe (a-SI) est la forme non cristalline du silicium. Des panneaux de silicium amorphe sont fabriqués en utilisant le procédé de dépôt de vapeur pour créer une couche mince de matériau de silicium d'environ $1 \mu\text{m}$ d'épaisseur déposé sur un matériau de substrat tel que le verre ou le métal. Le principal avantage ici est la possibilité de déposer le silicium amorphe aux températures très basses. La forme de base consiste en ordre unique de p-i-n Les couches de p-i-n sont employées afin de créer un champ électrique qui aide à déménager les transporteurs ; en fait le silicium amorphe a une mobilité très faible d'environ $1 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ comparé à la mobilité de plus de $1000 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ en silicium monocristallin. Un inconvénient réputé des films minces amorphes de silicium est la dégradation significative de leur puissance de sortie une fois exposées au soleil (dans l'intervalle 15-35%). La stabilité peut être améliorée en utilisant des couches plus minces. Cependant, en faisant ainsi, l'absorption de la lumière sera réduite aussi bien que l'efficacité de conversion de cellules. Un contournement consiste en l'utilisation de tandem et même de couches triples qui contiennent des cellules de p-i-n empilées les unes sur les autres. Ils sont séparés par les jonctions minces de tunnel). Chaque couche de cellules p-i-n a des atomes supplémentaires particuliers afin d'ajuster le domaine d'énergie. [5]



Figure 13: Vue en coupe schématique d'une cellule amorphe de film mince de SI

6.5 Les avantages et les inconvénients de chaque cellule

-La cellule photovoltaïque en silicium monocristallin Cette cellule photovoltaïque offre un rendement d'environ 25 %, l'un des meilleurs sur le marché. La durée de vie des panneaux solaires composés de cellules en silicium monocristallin avoisine les 30 ans, ce qui est très rentable, malgré le coût élevé à l'achat. L'inconvénient de ce type de cellule solaire est qu'elle offre un rendement très faible lorsqu'il n'y a pas assez de soleil. Elle convient donc mieux aux régions les plus ensoleillées.

-La cellule photovoltaïque en silicium poly cristallin La fabrication de ce type de cellule photovoltaïque est plus simple que la version en silicium monocristallin. Son coût est donc moindre. Côté rendement du panneau solaire, on peut espérer entre 10 et 15 %, ce qui est nettement inférieur aux cellules monocristallines. Elle a cependant l'avantage de pouvoir être utilisée par temps nuageux, ceci grâce à sa flexibilité d'irradiation.

- La cellule au silicium amorphe Cette cellule solaire présente de nombreux avantages. Elle est tout d'abord peu chère à fabriquer. Elle peut aussi être intégrée sur tout type de support, flexible ou rigide. Un autre point positif est qu'elle capte les rayons solaires même par temps nuageux. Son principal inconvénient est qu'elle offre un faible rendement, environ 7 % au maximum. Pour être rentable, il faut donc que la surface du panneau solaire soit conséquente. De même, ses performances diminuent dans le temps. [6]




Technologies	Monocristallin	Polychristallin	Amorphe
Cellule et module			
Caractéristiques	<p>Très bon rendement 14 à 20%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durée de vie : 30ans • Cout de fabrication : élevé • Puissance : 100 à 150Wc/m², 7m² /KWe • Rendement faible sous un faible éclairement. • Perte de rendement avec L'élévation de la température. • Fabrication : élaborés à partir d'un bloc d silicium fondu qui s'est solidifié en formant un seul cristal. • Couleur bleue uniforme. 	<p>Bon rendement : 11 à 15 %</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durée de vie : 30 ans • Cout de fabrication : meilleur marché que les monocristallins • Puissance : 100 8m² /K We • Rendement faible sous un faible éclairement • Perte de rendement avec L'élévation de la température • Fabrication : élaborés à partir de silicium de qualité électronique qui en se refroidissant forme plusieurs cristaux. • Ces cellules sont bleu mais non uniforme : on distingue des motifs créés par les différents cristaux. 	<p>Rendement faible: 5 à 9%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durée de vie : 20 ans • Cout de fabrication : Peu onéreux par rapport aux autres technologies • Puissance : 50Wc/m², 16m² /K We • Fonctionnement correct avec un éclairement faible.. • Peu sensible aux températures élevées • Utilisable, souple. • Surface de panneaux plus importante que les autres panneaux au silicium. • Fabrication : couches très minces de silicium qui sont appliquées sur du verre, du plastique souple ou du métal, par un procédé de vaporisation sous vide.
Part de marché	43%	47%	10%

Tableau 1:Caractéristiques énergétique des différents types des cellules

7 Modélisation d'un module photovoltaïque

7.1 Modèle d'une cellule photovoltaïque

Le circuit équivalent d'une cellule photovoltaïque est présenté dans la figure13. Il inclut une source de courant, une diode, une résistance série et une résistance shunt [7;8].

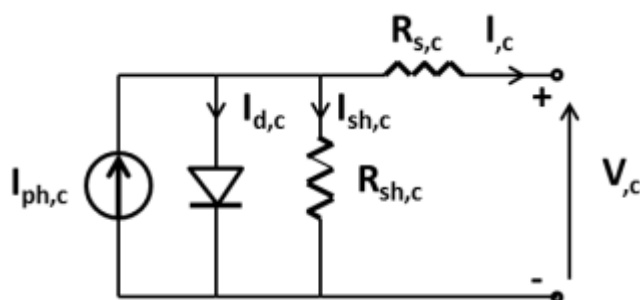


Figure 14: Modèle électrique d'une cellule PV

En se basant sur le circuit, le courant généré par la cellule pourra être présenté par l'équation suivante [9,10, 11]:

$$I_{,c} = I_{ph,c} - I_{0,c} \left(\exp \frac{q(V_{,c} + R_{s,c} I_{,c})}{aKT} - 1 \right) - \frac{(V_{,c} + R_{s,c} I_{,c})}{R_{sh,c}} \quad (1)$$

Dans cette équation, $I_{ph,c}$ c'est le photo-courant d'une cellule, $I_{0,c}$ c'est le courant de saturation inverse de la diode d'une cellule, q et a et K et T désignent respectivement la charge de l'électron, facteur d'idéalité de la diode, Constante de Boltzmann et la température de la cellule, V_c est la tension aux bornes de la cellule, I_c est le courant de la cellule, R_s , et R_{sh} , sont les résistances série et shunt de la cellule.

7.2 MODELISATION ELECTRIQUE D'UNE CELLULE PHOTOVOLTAIQUE

Les modèles de la cellule PV sont habituellement tirés des schémas équivalents (circuits électriques). Généralement, le schéma nommé : modèle à 1-D (figure II-4) est le modèle le plus courant et sur lequel s'appuient un grand nombre de constructeurs pour donner les caractéristique techniques de leurs cellule solaires. Prenons comme exemple une cellule solaire de conception poly-cristalline (MSX60-single cell), l'intégration de l'équation électrique représentative de cette cellule sous Matlab-Simulink nous donne les courbe I-V et P-V suivantes : [12].

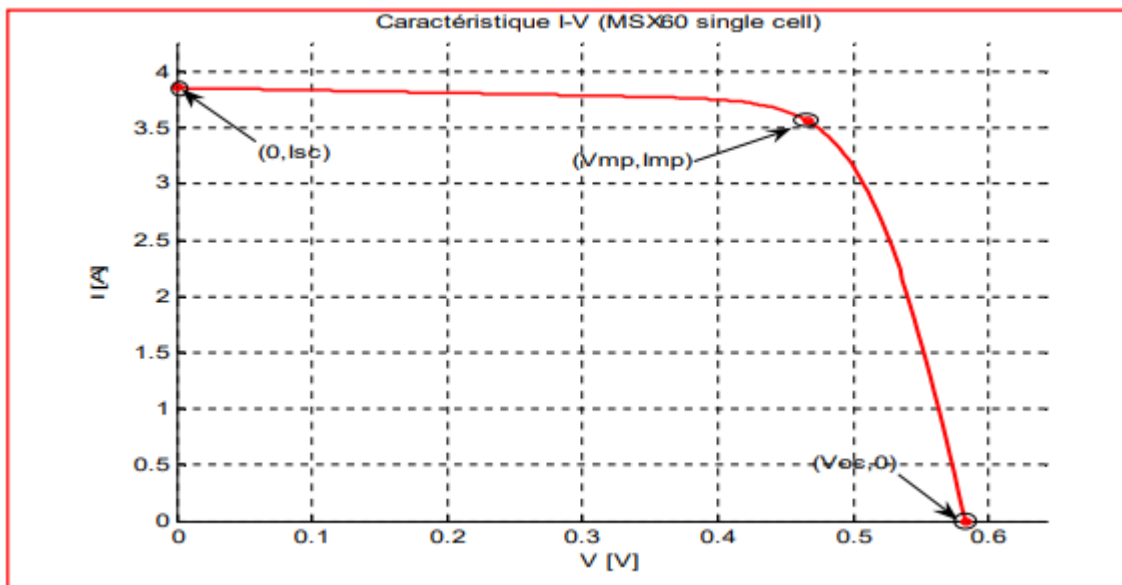


Figure 15:caractéristiques I-V d'une cellule en silicium cristallin

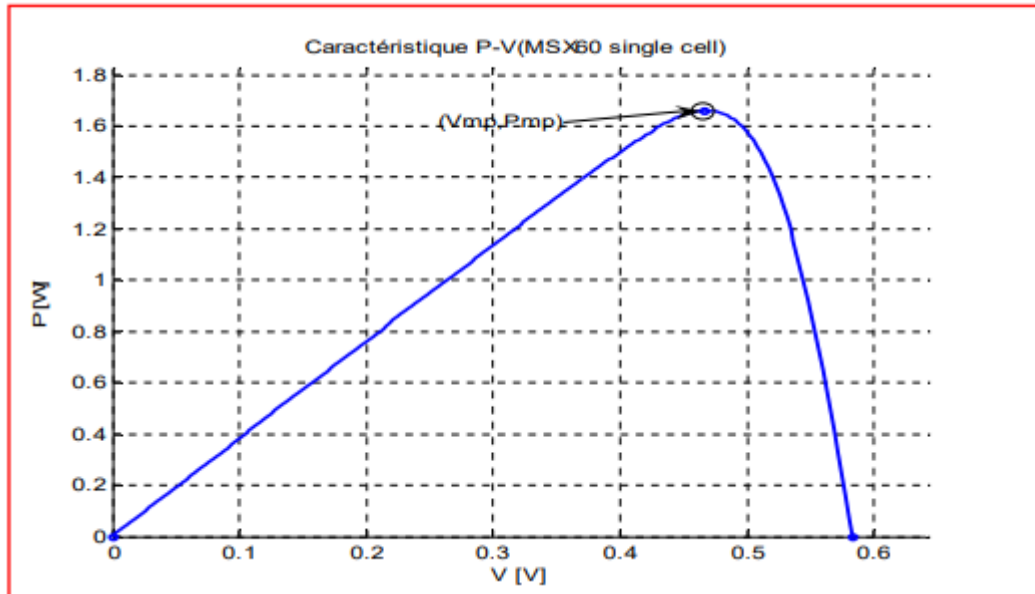


Figure 16: caractéristiques P-V d'une cellule en silicium cristallin

8 L'assemblage des panneaux PV

Pour que les panneaux solaires fonctionnent au sein d'un système photovoltaïque, il faut plusieurs modules, reliés les uns avec les autres. Il existe deux façons de les brancher : **en série** ou **en parallèle**. Ces deux options sont bien différentes, et vous devrez utiliser l'une ou l'autre en fonction de vos besoins.

8.1 Le montage de modules photovoltaïques en série

Lorsque l'on branche des **modules photovoltaïques en série**, cela additionne les voltages, tout en conservant un ampérage identique. Il s'effectue normalement entre des modules de **même ampérage**. Dans le cas contraire, l'ensemble s'aligne sur l'ampérage le plus faible.

Branchement de panneaux en série

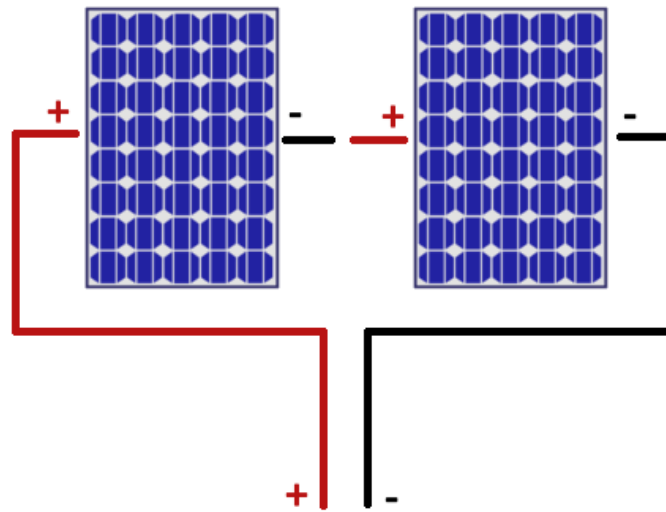


Figure 17: Branchement de panneaux en série

Pour un branchement en série, il faut relier les pôles positifs d'un module aux pôles négatifs d'un autre module.

8.2 Le montage de modules photovoltaïques en parallèle

Lors d'un montage de **modules en parallèle**, ce sont les intensités (ampérage) qui s'additionnent, tandis que la tension (voltage) reste identique. Le résultat est donc inverse d'un branchement en série. Il s'effectue normalement entre des modules de **même voltage**, et ce, afin d'éviter tout risque de surtension ou de court-circuit. Les intensités peuvent quant à elles être différentes, puisqu'elles s'additionnent. Ce type de branchement est utilisé lorsqu'on souhaite une forte intensité.

Branchement de panneaux en parallèle

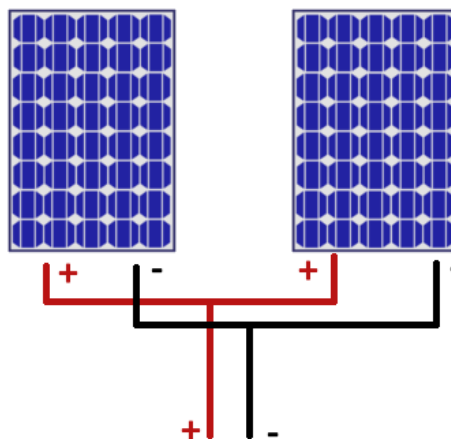


Figure 18: Branchement de panneaux en parallèle

9 Avantages et inconvénients de l'énergie photovoltaïque :

9.1 Avantage :

Une haute fiabilité, les modules sont garantis pendant 25 ans par la plupart des constructeurs.

→ Elle ne comporte pas de pièces mobiles, qui la rendent particulièrement appropriée aux régions isolées. C'est la raison de son utilisation sur les engins spatiaux.

→ Le caractère modulaire des panneaux photovoltaïques permet un montage simple et adaptable à des besoins énergétiques divers. Les systèmes peuvent être dimensionnés pour des applications de puissances allant du milliwatt au Mégawatt.

→ Leurs coûts de fonctionnement sont très faibles vu les entretiens réduits, et ils ne nécessitent ni combustible, ni transport, ni personnel hautement spécialisé.

La technologie photovoltaïque présente des qualités sur le plan écologique, car le produit final est non polluant, silencieux, peu de déchet, pas de ligne électrique supplémentaire et pas de nuisance sonore olfactive.

9.2 Inconvénients :

→ La fabrication du module photovoltaïque relève de la haute technologie et requiert des investissements d'un coût élevé.

→ · L'occupation de l'espace pour les installations de grandes dimensions ;

→ · Le rendement réel de conversion d'un module est faible (la limite théorique pour une cellule au silicium cristallin est de 28 %)

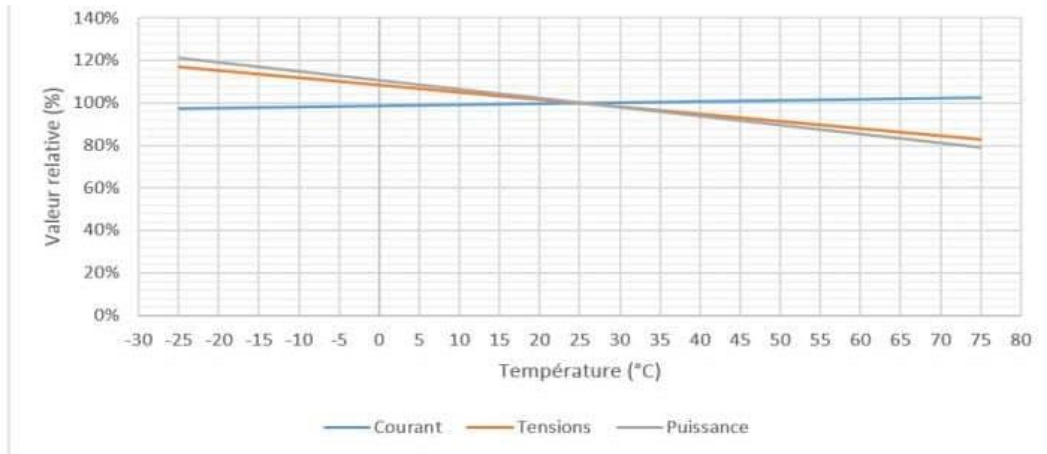
→ · Les générateurs photovoltaïques ne sont compétitifs par rapport aux générateurs Diesel que pour des faibles demandes d'énergie en régions isolées ;

· Enfin, lorsque le stockage de l'énergie électrique sous forme chimique (batterie) est nécessaire, le coût du générateur photovoltaïque est accru. La fiabilité et les performances du système restent cependant équivalentes pour autant que la batterie et les composants de régulations associés soient judicieusement choisis. [13]

10 Les Effets sur le panneau photovoltaïque:

10.1 Effet de la température :

La température a un effet délétère sur le fonctionnement des panneaux photovoltaïques. Quand la température des cellules s'élève, la puissance et la tension du panneau solaire s'abaissent, et le courant (intensité) augmente légèrement. L'effet de la température extérieure sur le module photovoltaïque a un impact sur son rendement. Le coefficient de température d'un panneau photovoltaïque permet de le mesurer. [14]



Lecture : à une température du panneau solaire de 75°C, la puissance est de 79.5% de la puissance nominale (inscrite sur la plaque constructeur ou dans la spécification). La tension 84% et le courant 102.5%.

Figure 19:Effet de la température sur le panneaux pv

10.2 Effet d'ombrage sur la sortie du système solaire photovoltaïque

Les systèmes solaires photovoltaïques comprennent un certain nombre de panneaux solaires câblés en réseaux en fonction de la demande d'énergie électrique de chacun de ces panneaux, qui à leur tour, sont composés de nombreuses cellules photovoltaïques solaires qui sont les unités essentielles impliquées dans la capture de l'énergie du soleil et sa conversion en électricité. Maintenant, si une ombre ne tombe même que sur une partie du panneau solaire de votre générateur, la sortie du système complet peut être potentiellement compromise, cela peut être appelé ombrage des panneaux PV. [15]

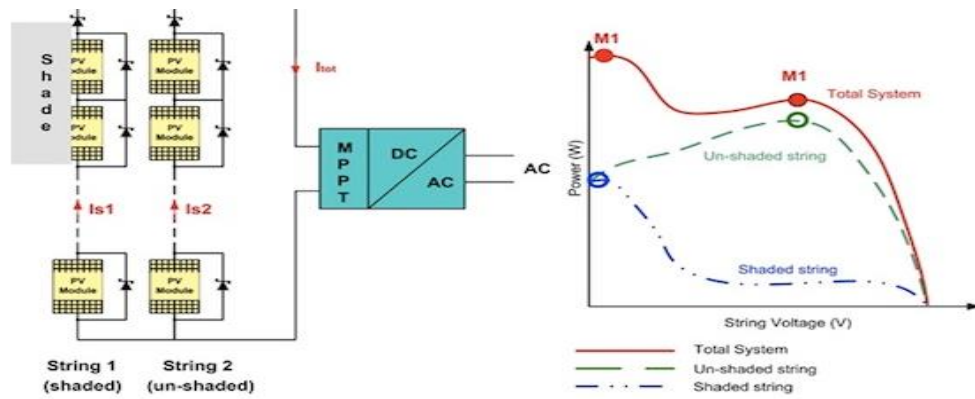


Figure 20: La différence de sortie du panneau solaire ombragé et non ombragé

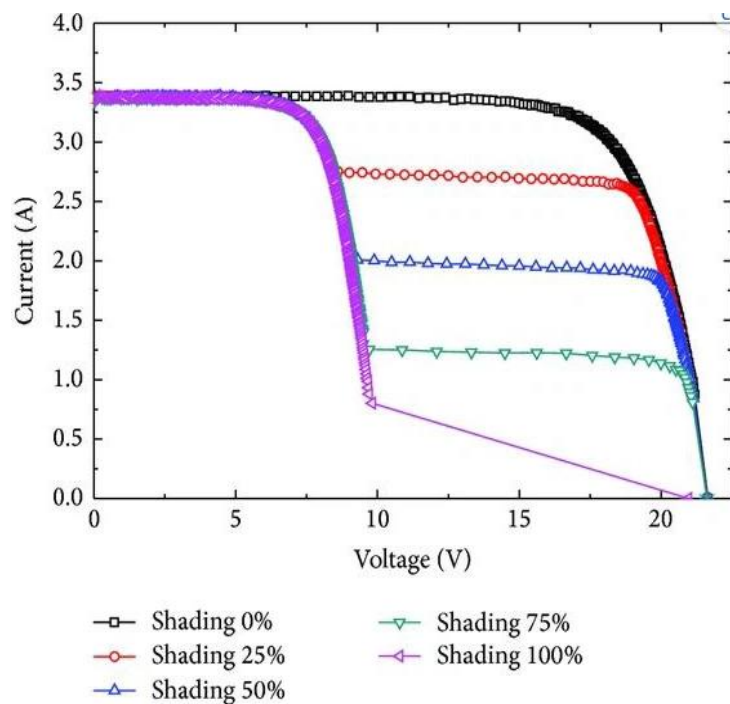


Figure 21: Représentation graphique de l'effet de l'ombrage sur le système solaire

11 Protocole de communication

11.1 Bus i2c

I2C Signifie Inter-circuit intégré est un protocole de communication série, synchrone et bidirectionnel. Il est utilisé pour la communication entre plusieurs pièces différentes comme: les capteurs, les pilotes, les modules...

L'échange des données se fait entre un maître et un ou plusieurs esclaves jusqu'à 128. La communication est réalisée par deux lignes:

- La ligne de données bidirectionnelle (SDA)
- Ligne d'horloge de synchronisation bidirectionnelle (SCL)
- Signal de référence électrique: masse

La trame de I2C est constitués des bits suivants:

Au repos SDA et SCL sont au niveau 1, aucun circuit n'émet.

Start : SDA passe à 0 lorsque SCL = 1.

Adresse : A partir du moment où SCL passe à 0 on positionne les 7 bits de l'adresse de l'esclave, validés par les 7 coups d'horloge de SCL.

R/W : Le 8ème coup d'horloge indique à l'esclave si le maître va lire (R=1) ou écrire (W=0).

ACK : Le 9ème coup de l'horloge valide la requête du maître qui attend la réponse.

Donnée : Si la réponse est envoyée par l'esclave, les 8 bits de données arrivent suivis d'un ACK si c'est la fin de transmission de l'esclave.

Stop : SCL passe alors à 1 suivi de SDA et on repasse au repos.

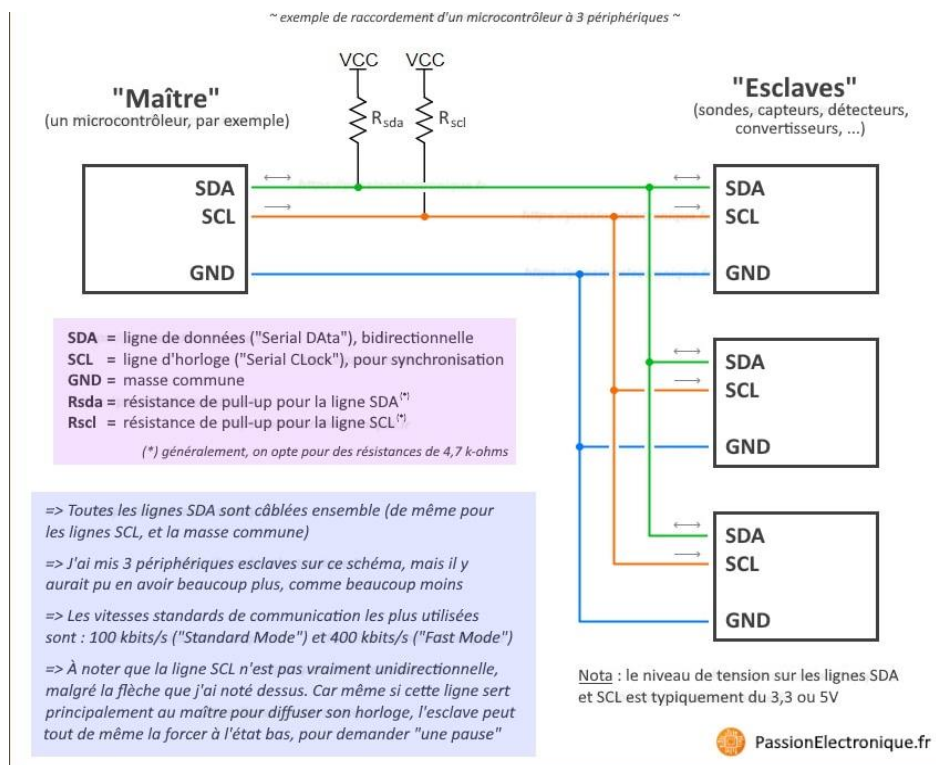


Figure 22:Exemple de câblage d'une liaison I2C multipoints

11.2 BUS SPI

SPI Signifie Serial Peripheral Interface est un bus d communications série, synchrone (transmission de l'horloge) et full-duplex (On peut transmettre et recevoir) simultanément (2 fils de données). Plusieurs Esclaves peuvent être branchés sur un même bus SPI.

Le bus SPI utilise quatre signaux logiques :

- **SCLK** : Serial Clock, Horloge (génééré par le maître)
- **MOSI** : Master Output, Slave Input (génééré par le maître)
- **MISO** : Master Input, Slave Output (génééré par l'esclave)
- **SS** : Slave Select, Actif à l'état bas (génééré par le maître)

Le protocole du bus SPI permet de configurer le signal d'horloge (SCK) grâce à deux paramètres :

CPOL (ClockPolarity) permet de configurer l'état logique de repos du signal d'horloge : Si $CPOL = 0$ l'état de repos est le NL0 et si $CPOL = 1$ l'état de repos est le NL1.

CPHA (Clock Phase) permet de définir le front actif, c'est-à-dire sur quel front d'horloge les données sont transmises : Si $CPHA = 0$ le front actif est le front de l'état de repos vers l'état actif et si $CPHA = 1$ le front actif est le front de l'état actif vers l'état de repos.

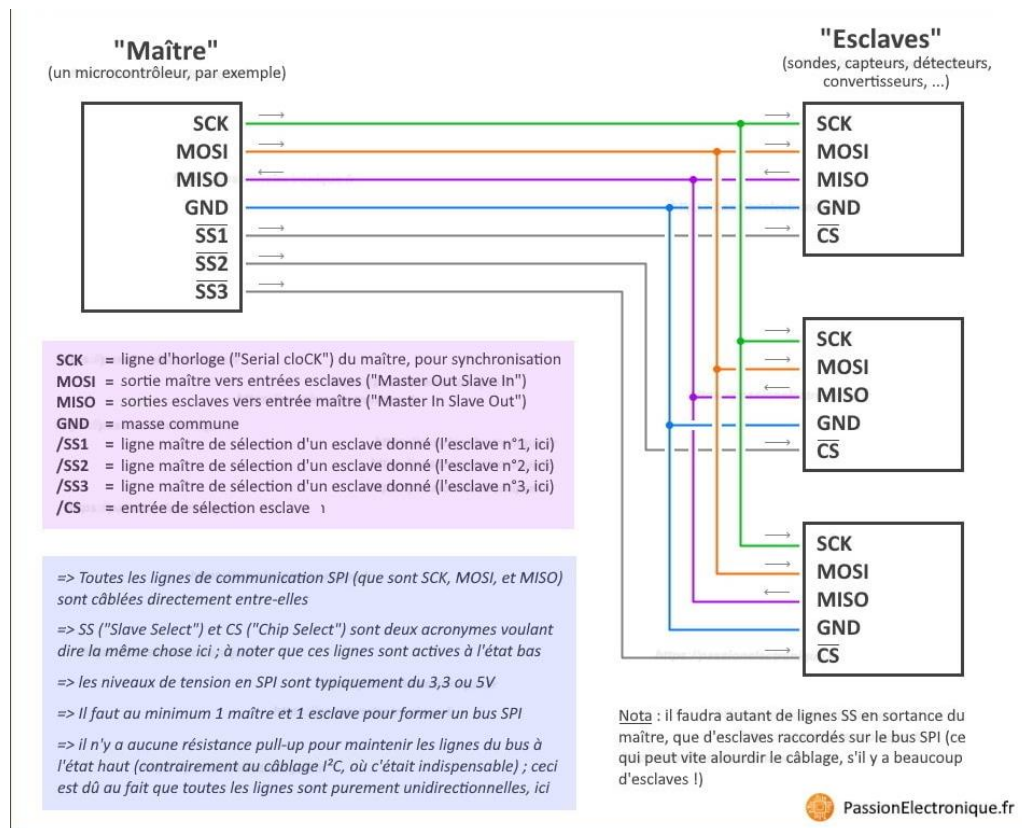


Figure 23:Exemple de câblage SPI

11.3 BUS UART

UART Signifie (Universal Asynchronous Reception and Transmission) est un protocole de communication série, bidirectionnelle et asynchrone. Il es constitué de deux lignes, l'une pour transmettre les données(TX) et l'autre pour recevoir les données(RX). Par exemple la communication entre l'ordinateur et USB.

L'UART peut transmettre les données selon trois façons:

- transmission de données dans les deux sens simultanément
- transmission de données dans les deux sens mais pas simultanément
- transmission de données dans une direction

La trame de UART est constituées des bits suivants:

un bit de start toujours à 0 : servant à la synchronisation du récepteur

Données : la taille des données est comprise entre 5 et 9 bits. Bits envoyés du LSB au MSB.

Parité: Paire ou Impaire

Fin : Un bit de stop, toujours à 1. [16]

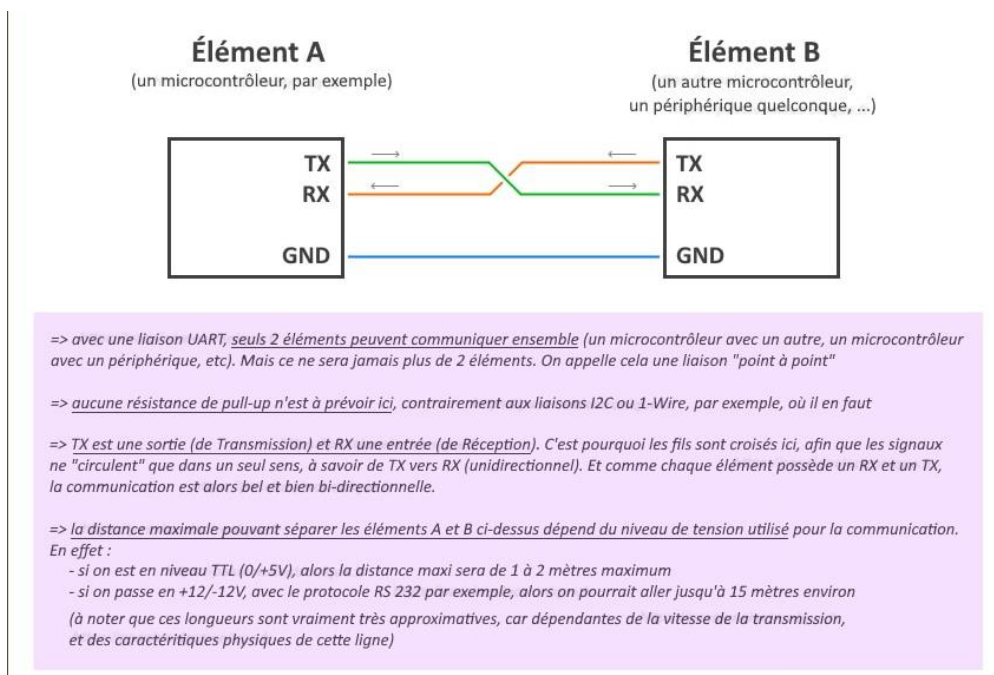


Figure 24: Câblage d'une liaison série UART

Afin que vous ayez quelques repères supplémentaires, j'ai essayé de vous faire une petite synthèse, sous forme de tableau comparatif : [17]

	UART	I2C	SPI
Nbre de fils à prévoir (hors masse/alimentation)	2 fils (RX et TX)	2 fils (SDA et SCL)	3 fils (SCK, MOSI, et MISO) + 1 fil suppl. par esclave
Données	5 à 9 bits	8 bits	8 bits, typiquement
Adressage	Aucun (connexion unique entre 2 éléments)	Sur 7 bits, encodé à même le message envoyé	Physique (1 fil par esclave à piloter)
Vitesses de transmission (les plus utilisées, donc non exhaustif)	1200 à 115200 bits/s <small>(9600 bauds étant la vitesse la plus commune)</small>	100k à plusieurs Mbits/s <small>100 kbits/s = "Standard Mode" 400 kbits/s = "Fast Mode" 1 Mbits/s = "Fast Plus Mode" (au delà : high speed, ultra fast mode)</small>	De 1 à 20 MHz de fréquence d'horloge, classiquement <small>(4 MHz de base, par ex, pour un Arduino tournant à 16 MHz)</small>
Distance max de transmission	Jusqu'à quelques mètres <small>(et jusqu'à plusieurs dizaines de mètres avec le protocole RS-232)</small>	Jusqu'à quelques mètres <small>Très variable attention, selon la vitesse de transmission, et la qualité des lignes. À noter que ces distances peuvent être étendues, avec des buffers.</small>	Jusqu'à quelques mètres
Accusé de réception ("ACK" en anglais, pour "acknowledgment")	Aucun	1 bit d'ACK ou NACK, après chaque paquet de données reçu ou envoyé	Aucun
Résistances pull-up	Aucune nécessaire	1 sur SDA et 1 sur SCL <small>(valeurs typiques = 4,7 k-ohms chacune)</small>	Aucune nécessaire

Tableau 2: Tableau comparatif UART / I2C / SPI

Conclusion:

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons présenté le système photovoltaïque et les types d'installation des cellules solaire ainsi que ces différents types. Ensuite nous avons montré les caractéristiques électriques de PV et l'assemblage de plusieurs panneaux PV séries et / ou parallèle. Les cellules solaires et modules photovoltaïques sont donc des composants de conversion d'énergie qui produisent de l'électricité lorsqu'ils sont exposés à la lumière. Pour la mise en œuvre pratique d'une application dans ce domaine, les notions présentées dans ce chapitre sont à prendre en compte. De plus, cette théorie est très utile pour la compréhension des prochains chapitres

Chapitre II

***Présentation des
composants***

1 Introduction:

Dans ce chapitre, nous allons faire la description du système qu'on veut réaliser, qui est un système embarqué de caractérisation de panneaux photovoltaïques. Le système est composé d'un module à microcontrôleur, d'un ensemble de capteurs, Ainsi, dans ce qui suit nous aborderons les étapes de mise en œuvre de notre projet, et les choix techniques que nous avons effectué.

2 Panneau solaire:

Un panneau solaire est un module électrique regroupant des cellules photovoltaïques reliées entre elles en série et en parallèle, ces cellules produisent de l'électricité par réaction chimique lorsqu'elles rentrent en contact avec les rayons du soleil.

Il est possible d'installer ces modules solaires sur des supports fixes au sol ou sur des systèmes mobiles de poursuite du soleil appelés trackers qui suivent le soleil durant la journée, dans ce dernier cas la production électrique augmente d'environ 30 % par rapport à une installation fixe.[18]



Figure 25:Exemple de panneau solaire

3 Tp 4056 charge de batterie:

TP4056 est une puce encapsulée au format SOP-8 capable de gérer la charge d'une batterie. Autrement dit, il adapte la puissance d'entrée à la norme 1A de la plupart des batteries au lithium utilisées dans l'industrie électronique, et il est également capable de contrôler la température.

Permet de charger une batterie Lipo 1S via un câble micro USB (non fourni) et de protéger la batterie contre les » sur décharges.

Ce module est conçu pour charger des batteries rechargeables au lithium en utilisant la méthode de charge à courant constant / tension constante (CC/CV). En plus de charger en toute sécurité une batterie au lithium, le module fournit également la protection nécessaire requise par les batteries au lithium.

Ce module utilise le circuit intégré du régulateur de charge TP4056 Li-Ion et un circuit intégré de protection séparé. Il existe d'autres types de modules sur le marché qui utilisent le TP4056 mais sans circuits de protection pour assurer la protection nécessaire avec les batteries au lithium. Les modules avec les caractéristiques de protection sont reconnaissables au circuit intégré soudées à la carte : Il y a 2 circuits intégré supplémentaires en plus du contrôleur de charge TP4056.

Le module besoin que de quelques microampères lorsqu'il est connecté à une batterie. Il est acceptable de laisser la batterie connectée pendant de longues périodes, mais elle peut la vider après quelques mois. Nous recommandons de débrancher le module de la batterie lorsqu'il n'est pas utilisé pendant plusieurs mois.

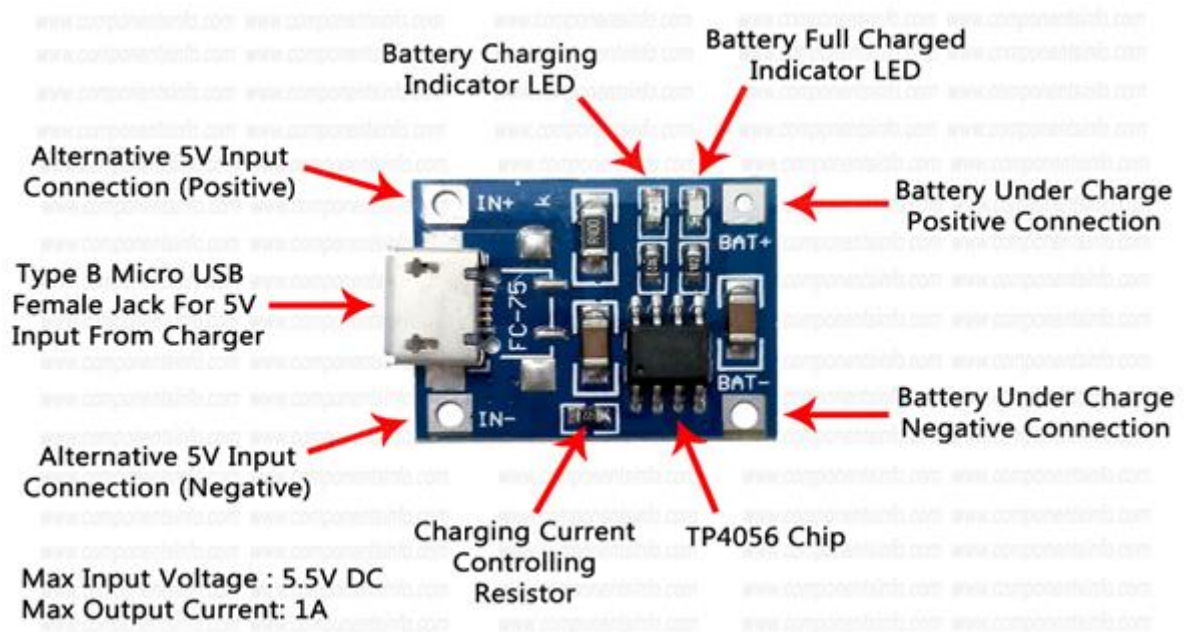


Figure26:tp4056 chargeur de batterie

3.1 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- Port micro usb
- Gère la charge du courant constant à tension constante d'une batterie au lithium connectée

- Protection contre les décharges excessives - empêche votre batterie d'être déchargée en dessous de 2,4 V, un niveau de tension minimum sain pour votre batterie.
- Si une batterie connectée a été déchargée en dessous de 2,4 V, le module coupera l'alimentation de sortie de la batterie jusqu'à ce que la tension de la batterie ait été rechargée au-dessus de 3,0 V (la tension de déclenchement en cas de décharge excessive), ce qui permettra alors au module de décharger à nouveau l'alimentation de la batterie à une charge connectée. Bien que le module coupe l'alimentation de sortie de la batterie en cas de décharge excessive, il permet quand même la charge de la batterie par la diode parasite du MOSFET de contrôle de décharge (FS8205A Dual MOSFET).
- Protection contre la surcharge - le module charge votre batterie en toute sécurité à 4,2 V
- Protection contre les surintensités et les courts-circuits - le module coupe la sortie de la batterie si le taux de décharge dépasse 3A ou si un court-circuit survient.
- Protection de démarrage progressif limite le courant d'enclenchement
- Charge de ruissellement (reconditionnement de la batterie) - si le niveau de tension de la batterie connectée est inférieur à 2,9 V, le module utilise un courant de charge de ruissellement de 130 mA jusqu'à ce que la tension de la batterie atteigne 2,9 V, auquel point le courant de charge sera augmenté de façon linéaire pour atteindre le courant de charge configuré.

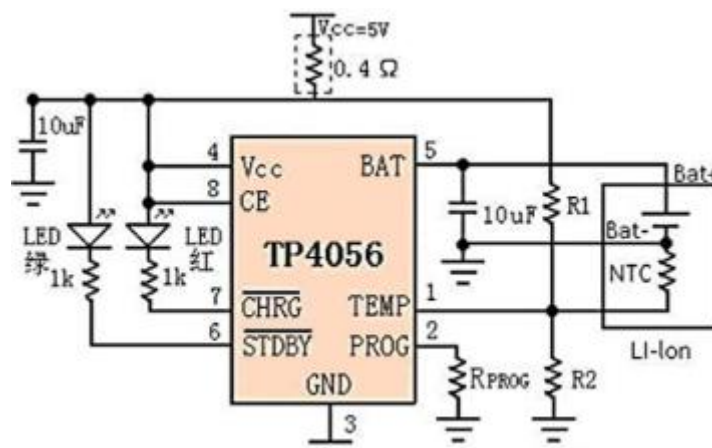


Figure 27: la structure de tp4056

3.2 APPLICATIONS

- Cellular Telephones, PDAs, GPS
- Charging Docks and Cradles
- Digital Still Cameras, Portable Devices
- USB Bus-Powered Chargers, Chargers [19]

4 Les batteries:

Une batterie est un dispositif ou un ensemble de cellules électrochimiques capables de stocker et de fournir de l'énergie électrique. Elle convertit l'énergie chimique en énergie électrique par le biais de réactions électrochimiques réversibles. Les batteries sont largement utilisées pour alimenter une grande variété d'appareils électroniques, tels que les téléphones portables, les ordinateurs portables, les véhicules électriques, les systèmes d'alimentation de secours, les jouets et bien d'autres.

Il y a plusieurs type de batterie par exemple (Les batteries au plomb-acide, Les batteries au nickel-cadmium, Les batteries au nickel-métal hydrure, Les batteries au sodium-ion ...)

Dans ce projet en va utilise la batterie lithium-ion.

4.1 La batterie lithium-ion:

Les batteries lithium-ion sont les supports de stockage d'énergie les plus performants actuellement disponibles sur le marché. Les batteries présentent une densité énergétique très élevée, ce qui permet d'obtenir d'excellentes performances même dans un format relativement compact. C'est pourquoi ils ne sont pas seulement utilisés dans les tablettes ou les appareils photo numériques, mais aussi dans les chariots de manutention à entraînement électrique. Contrairement à d'autres technologies de batteries, les batteries lithium-ion peuvent être rechargées à tout moment, ce qui permet de travailler en plusieurs équipes.

Les batteries lithium-ion font partie des technologies de stockage d'énergie les plus avancées. C'est pourquoi elles sont utilisées dans tous les types d'appareils électriques, des Smartphones aux chariots élévateurs électriques en passant par les outils sans fil et les voitures électriques. Elles offrent ici de nombreux avantages :

- Large éventail d'applications
- Longue durée de vie

- Grande intensité de courant
- Haute densité énergétique : un autre avantage des batteries lithium-ion est leur haute densité énergétique
- Faible autodécharge
- Pas d'effet de mémoire
- Pas de décharge profonde
- Des recharges intermédiaires sont possibles [20]



Figure 28:batterie de lithium-ion

5 Le quartz oscillatoire

Le quartz est un composant électronique dit passif, qui a la particularité de vibrer (résonner) à une fréquence bien particulière et très stable. Il intervient dans la réalisation d'oscillateurs, d'horloges, de compteurs, de fréquencesmètres, et en général de tout équipement pour lequel la précision temporelle est importante. [21]



Figure 29:exemple de quartz oscillatoire

6 Définition principale du capteur

Un capteur est un dispositif ayant pour tâche de transformer une mesure physique observée en une mesure généralement électrique qui sera à son tour traduite en une donnée binaire exploitable et compréhensible par un système d'information

Trois des capteurs utilisés ici sont des capteurs électroniques, de la marque Shenzhen, Ils utilisent le protocole I2C, tous ces capteurs contiennent un convertisseur analogique numérique (ADC) transforme une tension comprise entre 0V et +5V en un nombre allant de 0 à 1023.

6.1 Le capteur de température et le capteur d'humidité (DHT11)

DHT11 est un capteur numérique de température et d'humidité, le capteur composite contient une sortie de signal numérique calibré de la température et de l'humidité, application d'une technologie de collecte de modules numériques dédiés et de la technologie de détection de température et d'humidité, Le capteur comprend un sens résistif de composants humides et un dispositif de mesure de température, et connecté avec un microcontrôleur 8 bits haute performance.

Le seul inconvénient réel de ce capteur est que vous ne pouvez obtenir de nouvelles données qu'une fois toutes les 2 secondes, alors lorsqu'on déclare la bibliothèque de ce capteur dans le programme, la lecture de ce capteur peut durer jusqu'à 2 secondes [22]

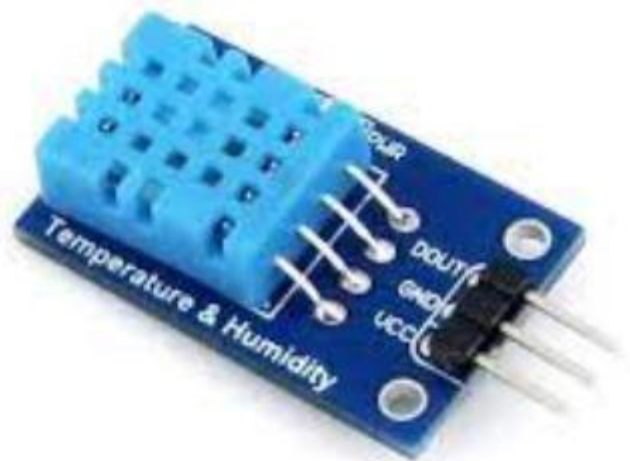


Figure 30: Carte d'un capteur de température DHT11

6.1.1 Principales caractéristiques de DHT11

- À bas prix.
- Puissance de E / S est 3.5 à 5.5 V.

- 2.5 mA max courant d'utilisation pendant la conversion (lors de la demande de données).
- Bon pour 0-100% de lectures d'humidité avec 2-5% de précision.
- Bon pour les lectures de température de -40 à 80 ° ± Précision ± 0,5 ° C.
- Pas plus de 0,5 Hz de fréquence d'échantillonnage (une fois toutes les 2 secondes).
- Taille du corps 12 mm × 15.5mm × 5.5 mm.
- Poids : 2,4 g.

6.2 Le capteur de température et le capteur d'humidité (DHT22)

La DHT22 est un capteur à bas cout permettant d'acquérir une température et une humidité ambiante d'une manière numérique. Il utilise un capteur d'humidité capacitif et une thermistance pour mesurer la température et l'humidité de l'air et la transmet d'une manière numérique sur un bus série. Les données sont actualisées toutes les 2 secondes

La connexion de ce capteur est très simple, il suffit de relier la première pin à gauche à l'alimentation (3V à 5V), la pin centrale sur une pin arduino déclarée en entrée (INPUT) et la pin de droite à la masse (GND).[23]

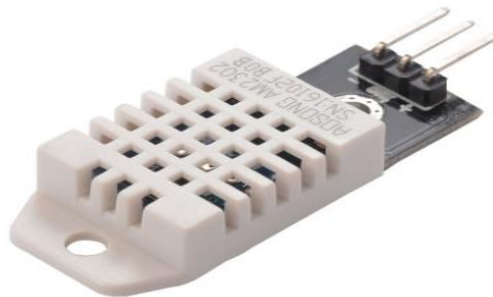


Figure 31: Carte d'un capteur d'humidité DHT22

6.2.1 Caractéristique:

- Bas cout.
- Alimentation : 3 to 5V alimentation et data
- Consommation : 2.5mA max pendant la conversion
- Etendue de mesure humidité : de 0% à 100% avec une précision à 2-5%

- Etendue de mesure température : de -40°C à 80°C avec une précision $\pm 0.5^\circ\text{C}$
- E échantillonnage à 0.5 Hz (tous les 2 seconds)
- Dimension : 27mm x 59mm x 13.5mm (1.05" x 2.32" x 0.53")
- 4 pins, 0.1" spacing

	Dht 11	Dht22
tension de fonctionnement	3 pour 5v	3 pour 5v
courant de fonctionnement maximal	2.5 mA max	2.5 mA max
écart de température	0-50°C / 2°C	0-50°C / 2°C
plage d'humidité	20-80% / 5%	20-80% / 5%
taux d'échantillonnage	1 Hz (lire chaque seconde)	1 Hz (lire chaque 2 seconde)
avantage	faible coût	plus précise

Tableau3: La différence entre dht11 et dht22

Dans notre projet, nous avons utilisé le capteur Dht11 car il est moins cher et il était disponible.

7 Le Capteur de tension (ina219) :

Le capteur suivant que nous avons utilisé est l'INA219 pour suivre la consommation d'énergie du système. Il utilise le protocole de communication I2C et peut mesurer précisément le courant et la tension du système, ce qui le rend parfait pour les projets alimentés par des panneaux photovoltaïques, ce qui est le cas pour ce projet [24]

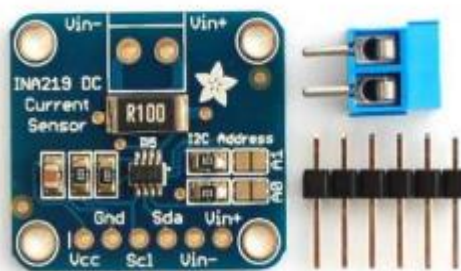


Figure 32:le capteur ina129

Caractéristique:

Il a les spécifications suivantes selon le fabricant :

- Résistance de détection de courant de 0,1 ohm 1% 2W
- Tension cible jusqu'à +26V
- Mesure du courant jusqu'à $\pm 3,2A$, avec une résolution de $\pm 0,8mA$.

8 Le Capteurs de Luminosité (tsl2561) :

Les capteurs de luminosité sont des détecteurs photosensibles ou détecteurs de lumière qui transforment la lumière absorbée en grandeur mesurable, qui est généralement une tension électrique ou un courant électrique. En d'autres termes, il s'agit d'un mécanisme capable de délivrer une énergie électrique en captant de la luminosité. Une autre fonction des capteurs de luminosité est qu'ils sont utilisés pour régler la puissance des projecteurs, en tenant compte de l'intensité lumineuse extérieure détectée. [25]



Figure33:Capteurs de Luminosité

8.1 Caractéristiques des différents types de capteurs de luminosité

Se procurer des capteurs de luminosité est l'une des choses les moins compliquées, parce qu'on en retrouve sur tous les marchés. Les prix sont clairement abordables et vous en trouverez pour plusieurs types d'appareils. Les capteurs de luminosité les plus utilisés sont le modèle photorésistance, la photodiode ou photo transistor et le capteur photographique. Le modèle photorésistance est un capteur de luminosité qui est composé de matériaux semi-conducteurs qui changent de conductance avec la fréquence de la lumière. La photorésistance,

bien que n'étant pas un isolant, se comporte comme tel en ne laissant point passer le courant. Sa résistance dans l'obscurité est pratiquement infinie.

9 Radio Fréquence Srx882

SRX882 est un récepteur superhétérodyne avec une micro puissance et une forte force motrice, c'est un module complémentaire de STX882 / STX888.

Module supplémentaire STX882 / STX888. Le port de données du module peut être connecté directement au microcontrôleur.

Directement au microcontrôleur, ce qui facilite le développement et la production de produits sans fil plus pratiques.

9.1 Pin Définition:

- 1: ANT, Connect 50 Ohm Antenna
- 2: GND, Connect Power Ground
- 3: VCC, Connect Power Positive
- 4: CS, Modules Enable Pin, Floating or Connected to High Level Work, Sleep When Connect Ground
- 5: DATA, Data Input
- 6: GND, Connect Power Ground
- 7: ANT, Connect 50 Ohm Antenna

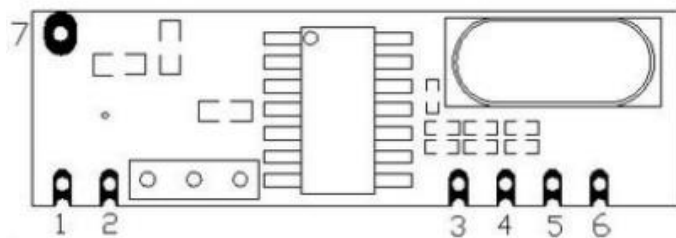


Figure 34: la structure de SRX882

9.2 Caractéristiques:

- Gamme de fréquences : 433/315 MHz
- Modulation superhétérodyne
- Courant en mode veille < 1uA
- Conforme aux normes ROHS, FCC, ETSI, CE
- Haute sensibilité
- Travail à longue distance avec STX882
- Petite taille
- Grande stabilité dans des environnements variés

9.3 Application:

- Sonnette de porte sans fil
- Alarme de sécurité sans fil
- Contrôle industriel sans fil
- Transmission de données sans fil
- Domotique[26]

9.4 Antenne appropriée :

SW315-TH23 Antenne à ressort plaquée or SW315 - TH23 est une antenne à ressort plaquée or. Il s'agit d'une antenne dédiée conçue pour un système de communication sans fil (315 MHz). Il a un bon VSWR, une petite taille, une structure ingénieuse, une installation facile, des performances stables, avec une bonne capacité anti-vibration et de vieillissement.

SW433-TH22 Antenne à ressort plaquée or SW433-TH22 est une antenne à ressort plaquée or, c'est une antenne dédiée conçue pour un système de communication sans fil (433MHz). Il a un bon VSWR, une petite taille, une structure ingénieuse, une installation facile, des performances stables, avec une bonne capacité anti-vibration et de vieillissement.

10 Radio Fréquence STX882

Le STX882 est un module émetteur ASK de petite taille, à très haute puissance et à faible taux d'harmoniques.

Avec une grande stabilité, il peut atteindre une puissance de 50mW lorsque la tension est de 3,6V, c'est le module de puissance d'émission maximale sous la même tension sur le marché.

Module de puissance d'émission maximale sous la même tension sur le marché. Le port de données

Le port de données du module peut être connecté directement au microcontrôleur, ce qui facilite le développement et la production de produits sans fil.

10.1 Pin Definition:

- 1: ANT, Antenna Input
- 2: DATA, Data Input
- 3: VCC, Connect Power Positive
- 4: GND, Connect Power Ground[27]

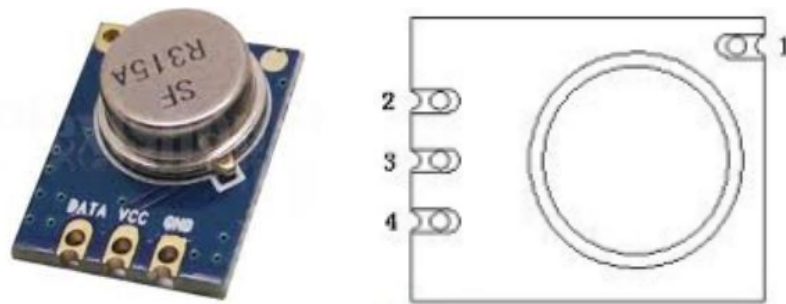


Figure 35: la structure de stx882

10.2 Caractéristiques :

- Gamme de fréquences : 433 MHz.
- Mode de modulation ASK/OOK.
- Super interférence anti-pouvoir.
- Veille basse consommation inférieure à 1 μ A.
- Faible auto-irradiation.
- Petite taille.
- Stabilité de fréquence et fiabilité.

- Diverses normes d'essai internationales.
- Dimensions de l'antenne : 36 x 5,5 mm (HxP).[28]

11 Le pic 16F876A

11.1 Introduction sur les microcontrôleurs :

L'évolution des systèmes électroniques amène de plus en plus souvent les concepteurs à remplacer l'électronique câblée à base de nombreux circuits intégrés par un circuit programmable qui garantit lui seul toutes les fonctions. Les microcontrôleurs appartiennent à cette famille de circuits.

Le microcontrôleur est implanté sur le système et relié aux différents capteurs et actionneurs avec éventuellement des circuits d'interfaçage appropriés. Une liaison avec un ordinateur permet de programmer le circuit et de le tester. Le microcontrôleur est un véritable petit ordinateur dans un module hybride. Outre le processeur, le module dispose d'une horloge, d'une mémoire de travail (RAM), d'une mémoire pour le programme non volatile (EEPROM), de lignes d'entrées sorties binaires et analogiques et d'un port de communication avec un ordinateur (PC).[29]

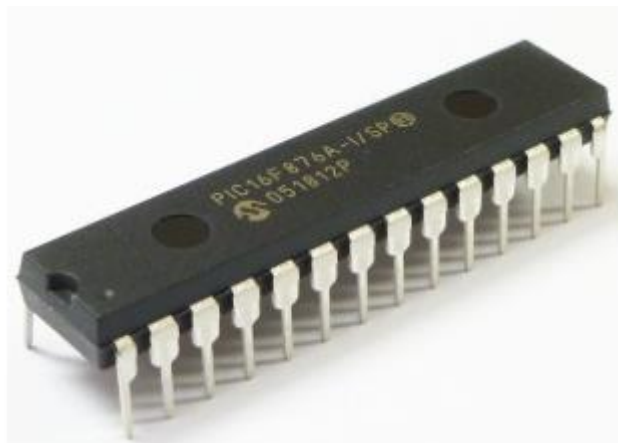


Figure 36:le pic 16f876a

11.2 Les avantages des microcontrôleurs :

L'utilisation des microcontrôleurs pour les circuits programmables a plusieurs points forts. Il suffit pour s'en persuader, d'examiner la spectaculaire évolution de l'offre des fabricants de circuits intégrés en ce domaine depuis quelques années. Nous allons voir que le nombre d'entre eux découle du simple sens.

- Tout d'abord, un microcontrôleur intègre dans un seul et même boîtier ce qui, avant nécessitait une dizaine d'éléments séparés. Il résulte donc une diminution évidente de l'encombrement de matériel et de circuit imprimé.
- Cette intégration a aussi comme conséquence immédiate de simplifier le tracé du circuit imprimé puisqu'il n'est plus nécessaire de véhiculer des bus d'adresses et de donnée d'un composant à un autre.
- L'augmentation de la fiabilité du système puisque, le nombre des composants diminuant, le nombre des connexions composants/supports ou composants/circuits dans le circuit imprimé diminue.
- Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux : - Moins cher que les autres composants qu'il remplace. - Diminuer les coûts de main d'œuvre.
- Réalisation des applications plus simple qu'avec d'autres composants.

11.3 La composition d'un microcontrôleur :

Un circuit microcontrôleur doit contenir dans un seul boîtier tous les éléments de base qu'on verra par la suite. En effet, pour l'analyse des divers systèmes réalisés avant l'avènement des microcontrôleurs, les fabricants des circuits intégrés ont affiné un peu la définition de ce qu'il fallait intégrer pour arriver à un schéma type analogue à la figure suivante :

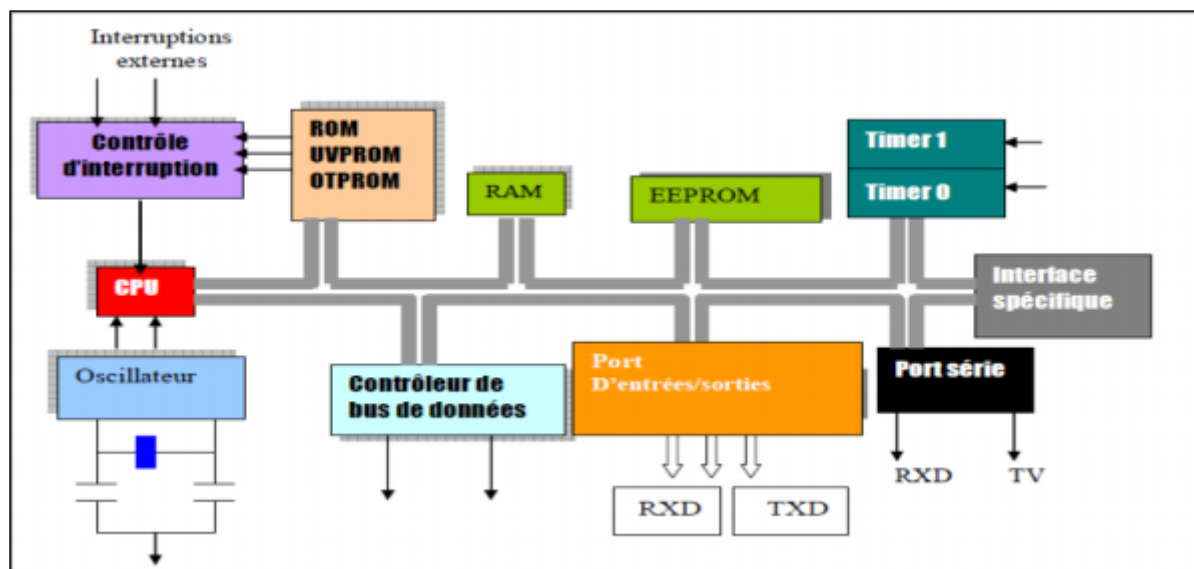


Figure 37: Structure interne d'un microcontrôleur

11.4 Structure d'un PIC :

Les PIC (Programmable Interface Contrôler), au même titre que les microprocesseurs, sont composés essentiellement de registres ayant chacun une fonction bien définie. Les PIC possèdent également des périphériques intégrés, tels qu'une mémoire EEPROM, un timer, des ports d'entrées/sorties ou bien encore un convertisseur analogique/numérique. Selon le type de PIC utilisé, on retrouvera en interne un certain nombre de registres et périphériques possédant des caractéristiques différentes. Les différences de caractéristiques selon le PIC utilisé sont :

- La taille de la RAM interne ;
- La mémoire EEPROM intégrée ;
- Le type de mémoire programme : FLASH, EPROM.
- Le timer intégré ;
- Les convertisseurs analogique/numérique intégrés.[30]

11.5 Le choix du microcontrôleur :

Le choix du microcontrôleur est primordial car c'est de lui que dépendent en grande partie les performances, la facilité d'utilisation et le prix du montage. Le PIC 16F876A possède en plus des instructions très puissantes donc un programme à développer réduit, une programmation simple grâce au mode série. En fait la cause principale du choix du 16F876A est qu'il dispose de l'option du convertisseur A/D pour satisfaire côté acquisition

11.6 Le microcontrôleur PIC 16F876A :

Nous allons maintenant s'intéresser à la structure interne du PIC 16F876A (Voir Figure II.2), avec lequel nous avons travaillé. Les éléments essentiels du PIC 16F876A sont :

- Une mémoire programme de type EEPROM flash de 8K mots de 14 bits,
- Une RAM de donnée de 368 octets,
- Une mémoire EEPROM de 256 octets
- Trois ports d'entrée sortie, A (6 bits), B (8 bits), C (8 bits),
- Convertisseur Analogiques numériques 10 bits a 5 canaux,
- USART, Port série universel, mode asynchrone (RS232) et mode synchrone
- SSP, Port série synchrone supportant I2C

- Trois TIMERS avec leurs Prescalers, TMR0, TMR1, TMR2
- Deux modules de comparaison et Capture CCP1 et CCP2
- Un chien de garde,
- 13 sources d'interruption,
- Générateur d'horloge, a quartz (jusqu' a 20 MHz) ou a Oscillateur RC
- Protection de code,
- Fonctionnement en mode sleep pour réduction de la consommation,
- Programmation par mode ICSP (In Circuit Serial Programming) 12V ou 5V,
- Possibilité aux applications utilisateur d'accéder à la mémoire programme,
- Tension de fonctionnement de 2 a 5V,
- Jeu de 35 instructions [31]

Architecture interne du 16f876A :[32]

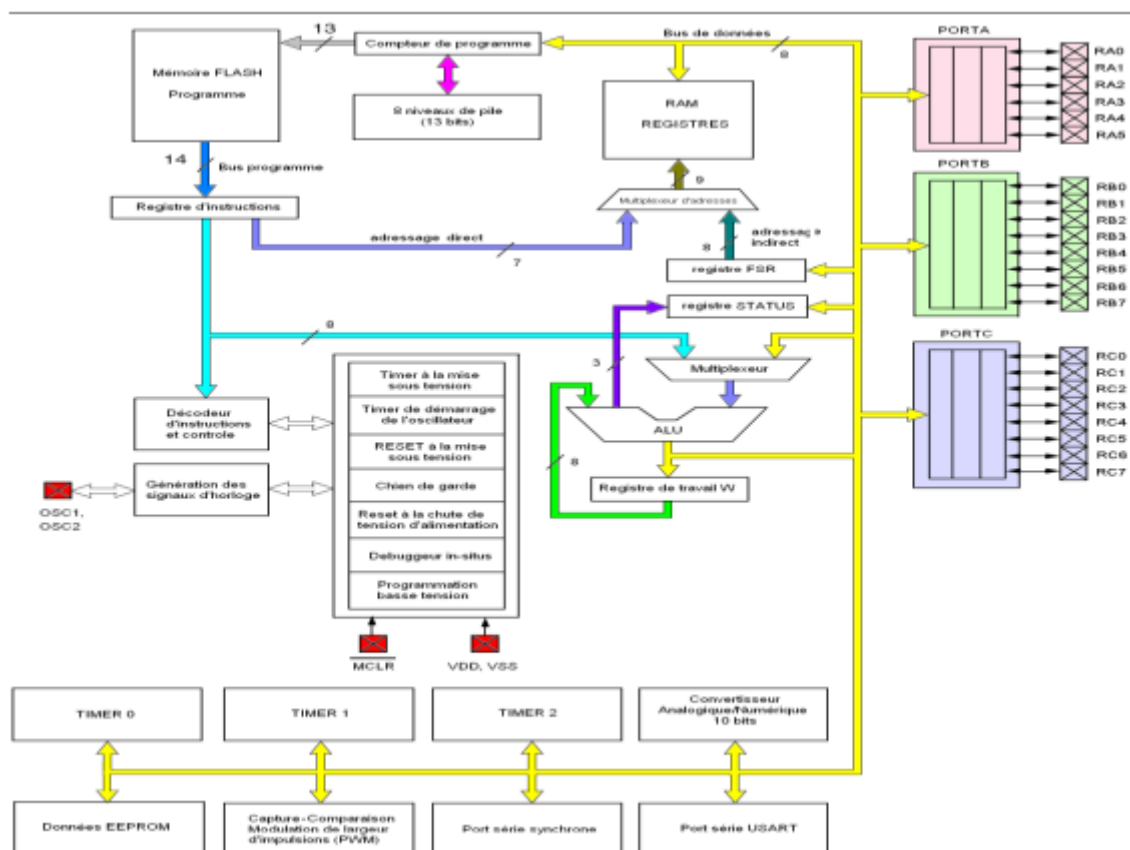


Figure 38: Architecture interne du PIC16F876A

11.7 Brochage du PIC 16F876A:

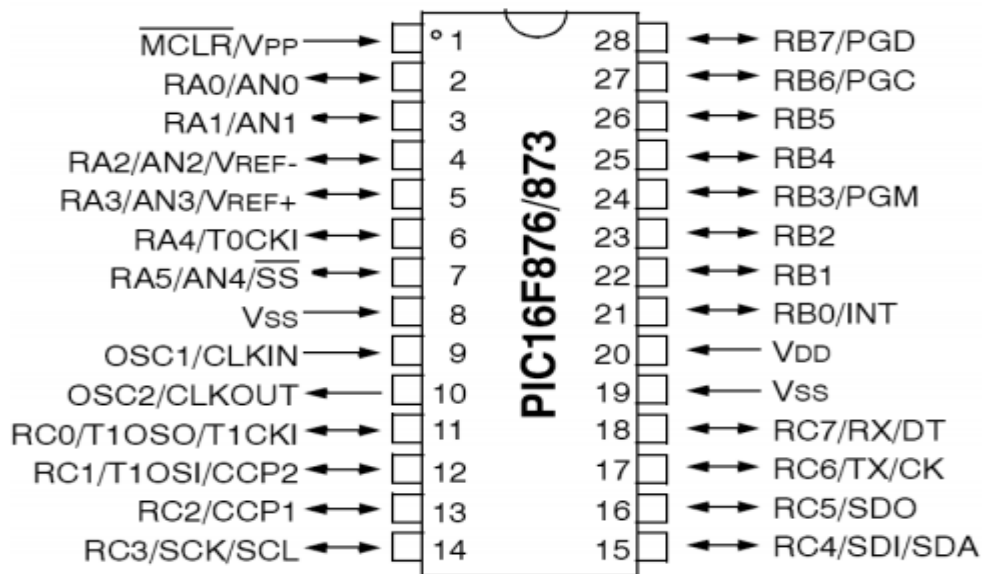


Figure 39: Brochage du 16F876A

12 K150 pic programmeur :

K150 est un programmeur PIC haut performance à faible coût prenant en charge les plus populaires

Gravure de puce PIC (écriture), lecture, cryptage et autres fonctions, son utilisation à grande vitesse Mode de communication USB, de sorte que la vitesse de programmation soit rapide, stable et fiable. (La vitesse moyenne est supérieure à PICSTART + environ 3 à 5 fois).

Il est équipé d'une prise ZIF 40 broches, peut être directement programmé le package DIP 8pin40pin PIC IC; pour plus de 40 broches DIP package IC, il peut être programmé via l'interface ICSP embarquée.

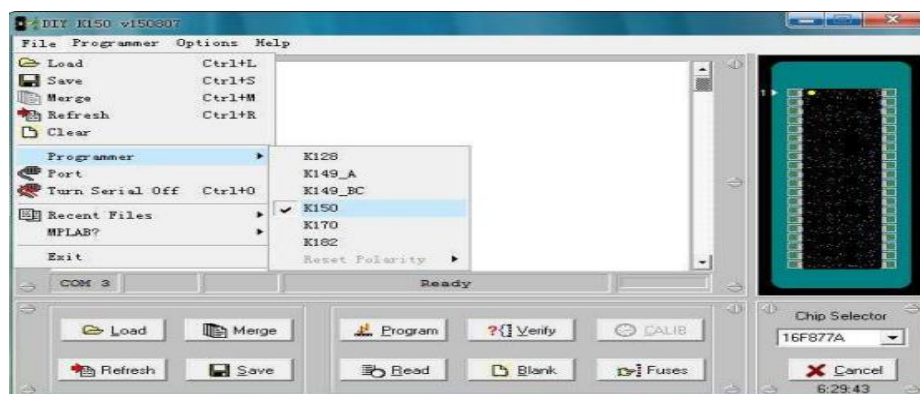
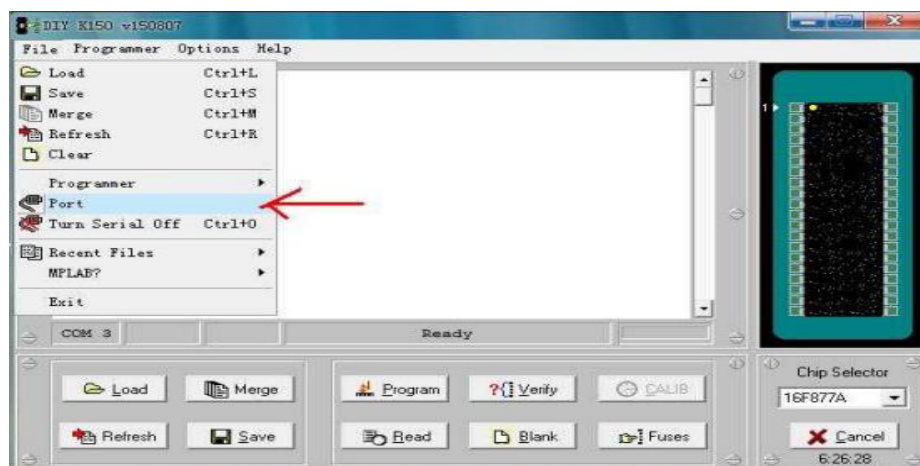
Le logiciel est compatible avec Windows98 et Windows2000/NT, Windows XP et autres systèmes d'exploitation.

12.1 Liste des périphériques:

16F Séries

- PIC16F505 PIC16F506 PIC16F54 PIC16F57*
- PIC16F59* PIC16F627 PIC16LF627A PIC16F627A
- PIC16F628 PIC16LF628A PIC16F628A PIC16F630

- PIC16F631 PIC16F631-1 PIC16F636 PIC16F636-1
- PIC16F639* PIC16F639-1* PIC16F648A PIC16F676
- PIC16F677 PIC16F677-1 PIC16F684 PIC16F685*
- PIC16F685-1* PIC16F687* PIC16F687*-1 PIC16F688
- PIC16F689* PIC16F689-1* PIC16F690* PIC16F690-1*
- PIC16F72 PIC16F73 PIC16F74
- PIC16F76 PIC16F77 PIC16F737 PIC16F747
- PIC16F767 PIC16F777 PIC16F83 PIC16F84
- PIC16F84A PIC16F87 PIC16F88 PIC16F818
- PIC16F819 PIC16F870 PIC16F871 PIC16F872
- PIC16F873 PIC16F873A PIC16LF873A PIC16F874
- PIC16F874A PIC16F876 PIC16F876A PIC16F877
- PIC16F877A [33]



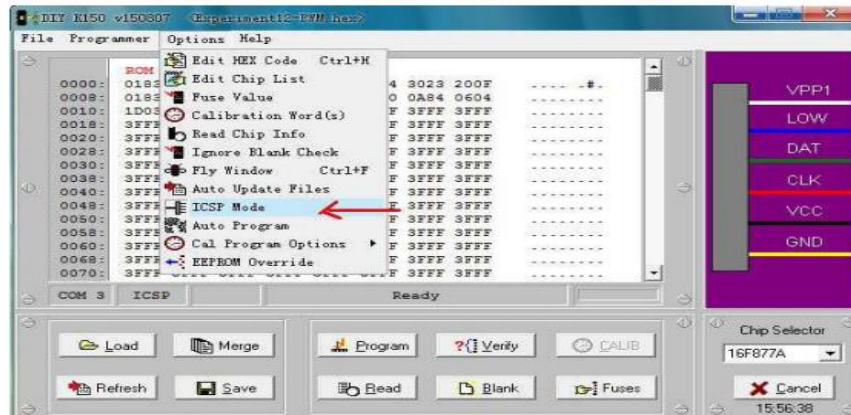


Figure 40: Installation de programme

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons principalement présenté les différents composants de system et leur fonctionnement avec les différentes méthodes de caractérisation de panneau photovoltaïque. Chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients liés à leur implémentation matérielle.

Chapitre III:
Simulation et
implémentation

1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons voir l'implémentation de l'algorithme et de programme dans un PIC par différents logiciels tels que CCS compiler, et faire la simulation PIC avec le capteur DHT 11.

2 Proteus:

Est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans Proteus permettent la CAO dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle: ISIS, ARES, PROSPICE et VSM.

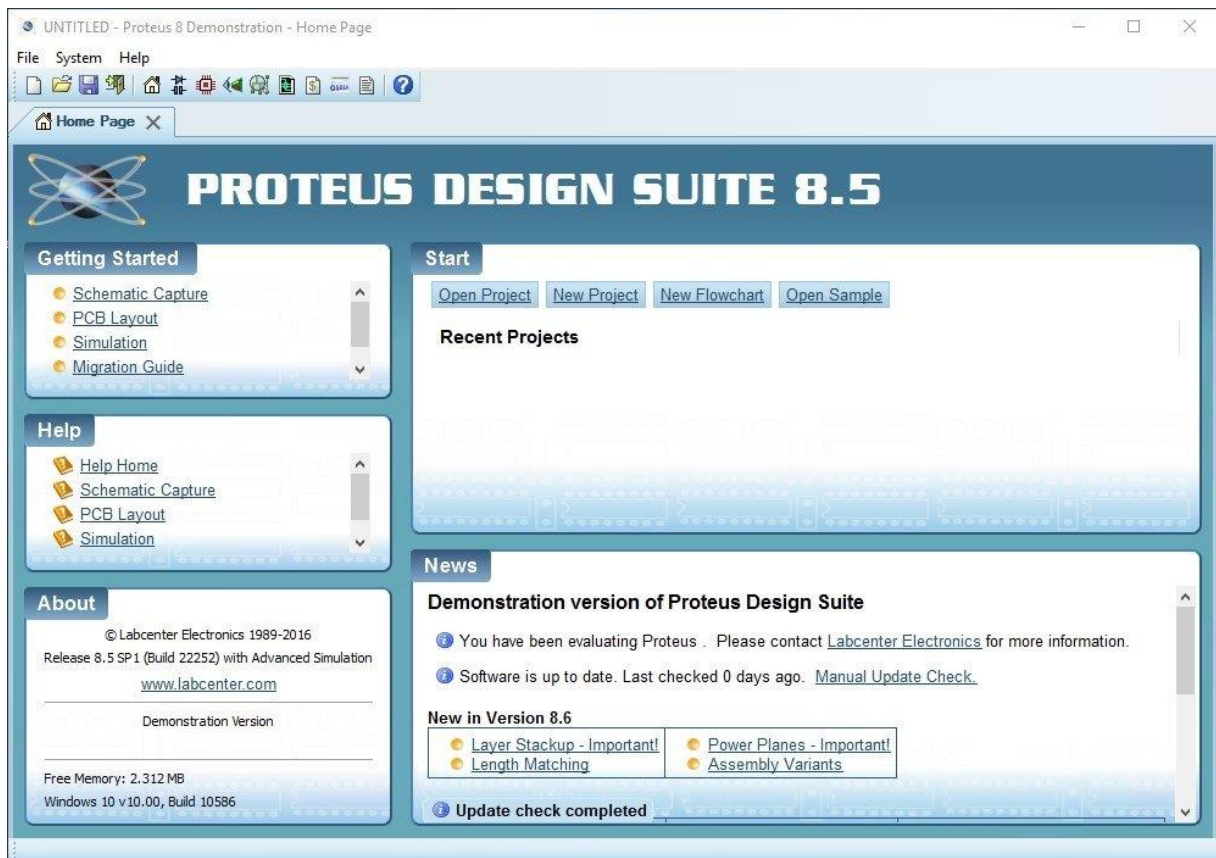


Figure 41: Accueil de Proteus

2.1 Présentation générale:

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil

Proteus possède d'autres avantages :

- Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et utiliser
- Le support technique est performant
- L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet[36]

3 CCS C Compliner:

Code Composer Studio (CCStudio ou CCS) est un environnement de développement intégré (IDE) permettant de développer des applications pour les processeurs embarqués Texas Instruments (TI).

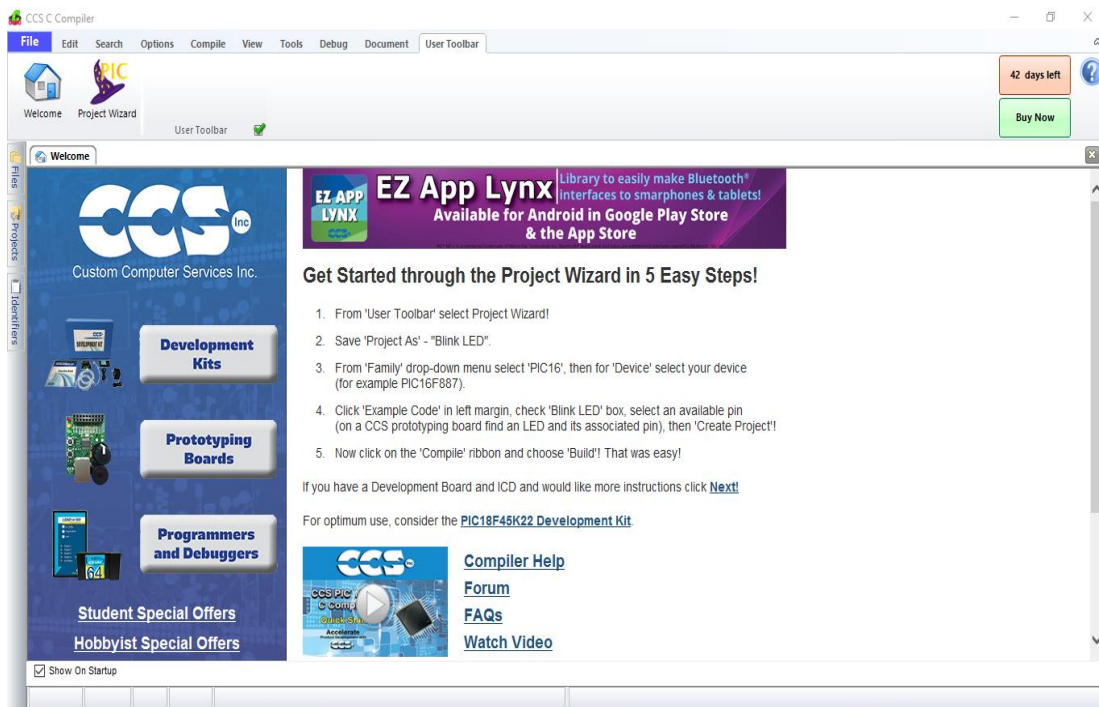


Figure 42: Accueil de CCS Compliner

4 Branchement de différents composants avec le Pic dans le proteus :

4.1 Branchement de srx882 :

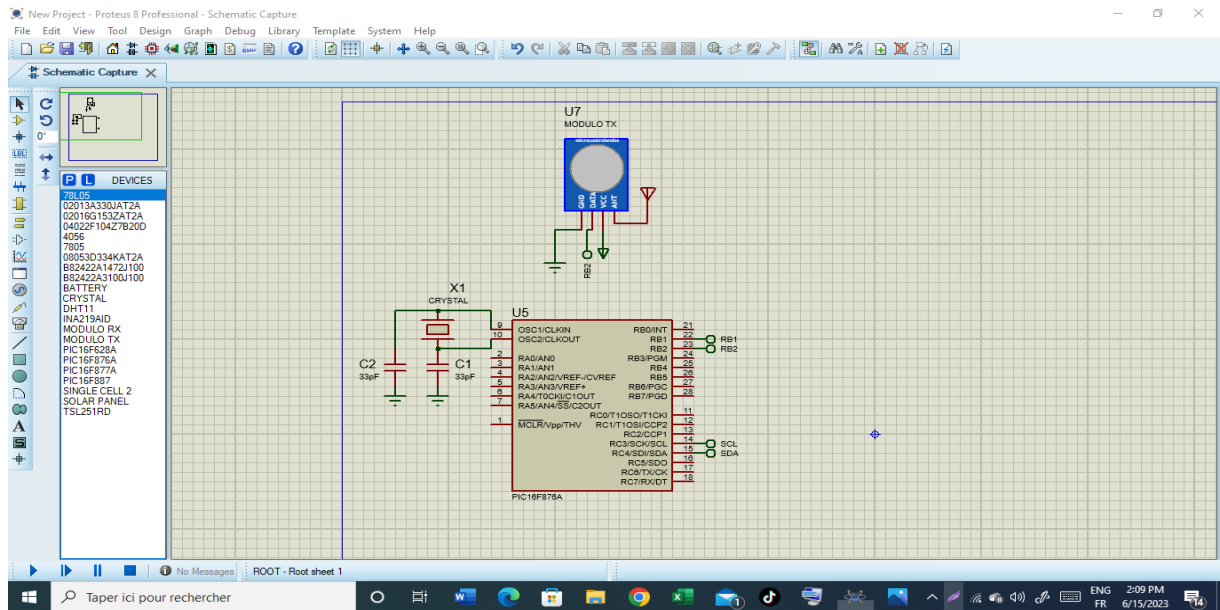


Figure 43:pic avec SRX882S (proteus)

4.2 Branchement de Panneau solaire :

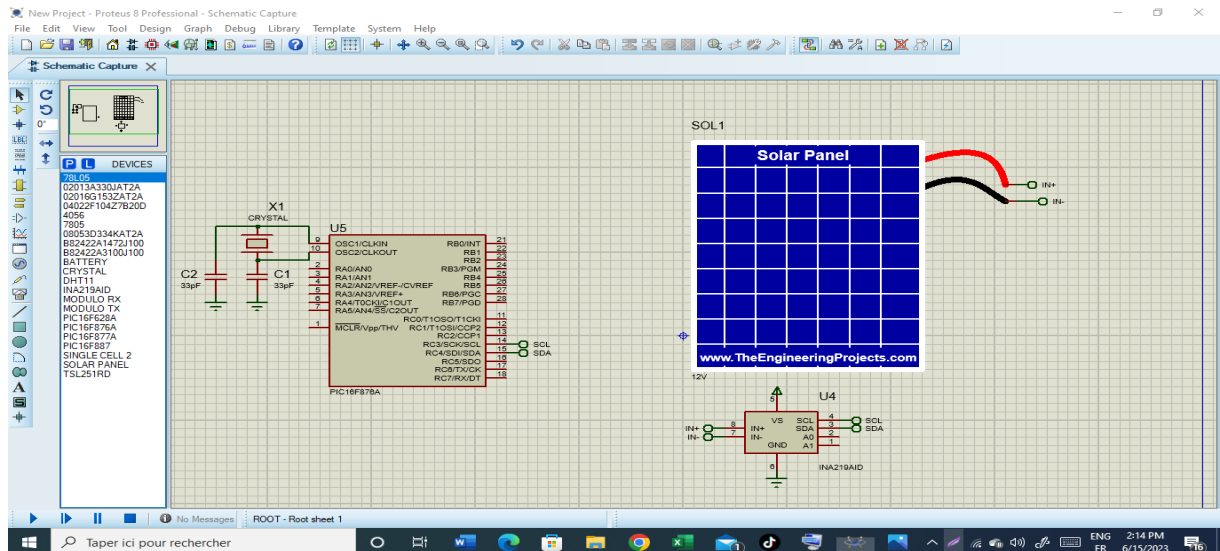


Figure 44:Panneau solaire avec pic(Proteus)

4.5 Partie Récepteur de la carte d'aquisition :

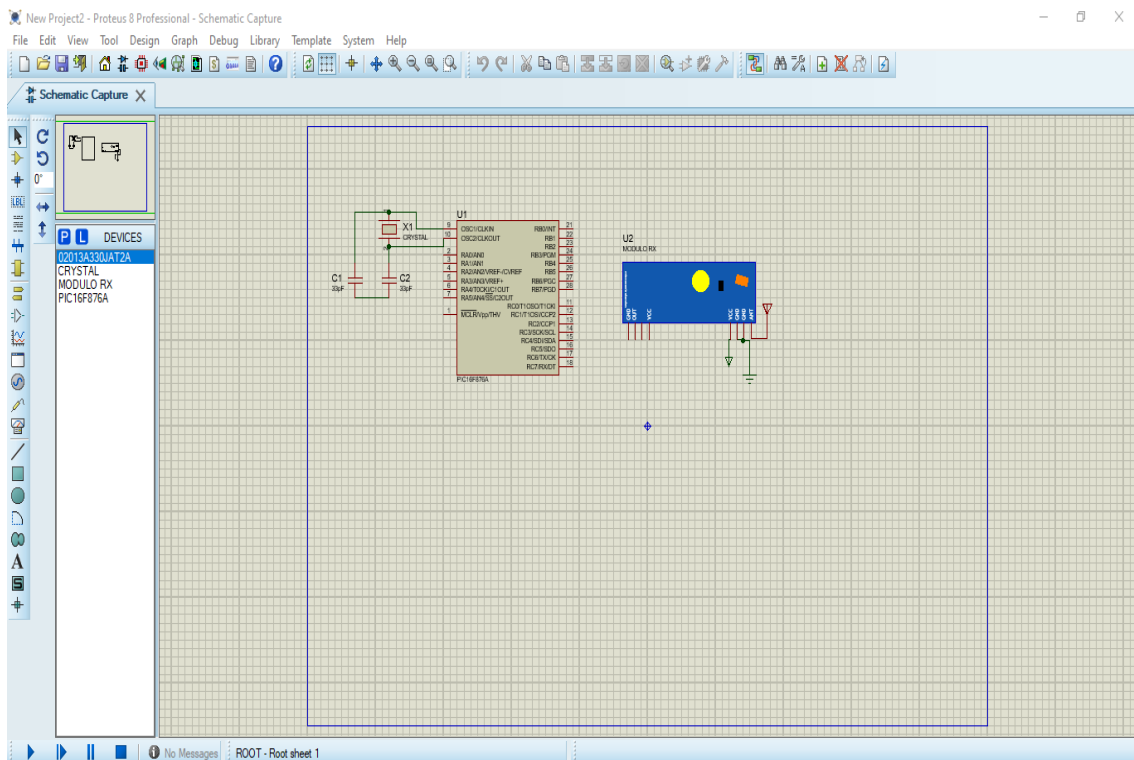


Figure 47:schéma émetteur (proteus)

5 Simulation de capteur Dht11 avec le proteus:

Le programme de dht11 dans l'ogiciel CCS Compiler:

```

1 // Interfacing DHT11 sensor with PIC16F887 mikroC code
2 // Internal oscillator used @ 8MHz
3 // Configuration words: CONFIG1 = 0x2CD4
4 // CONFIG2 = 0x0790
5
6
7 // LCD module connections
8 sbit LCD_RS at RD0_bit;
9 sbit LCD_EN at RD1_bit;
10 sbit LCD_D4 at RD2_bit;
11 sbit LCD_D5 at RD3_bit;
12 sbit LCD_D6 at RD4_bit;
13 sbit LCD_D7 at RD5_bit;
14 sbit LCD_RS_Direction at TRISD0_bit;
15 sbit LCD_EN_Direction at TRISD1_bit;
16 sbit LCD_D4_Direction at TRISD2_bit;
17 sbit LCD_D5_Direction at TRISD3_bit;
18 sbit LCD_D6_Direction at TRISD4_bit;
19 sbit LCD_D7_Direction at TRISD5_bit;
20 // End LCD module connections
21
22 // DHT11 sensor connection (here data pin is connected to pin RB0)
23 sbit DHT11_PIN at RB0_bit;
24 sbit DHT11_PIN_Direction at TRISB0_bit;
25 // End DHT11 sensor connection
26
27 char temperature[] = "Temp = 00.0 C ";
28 char humidity[] = "RH = 00.0 % ";
29 unsigned short T_byte1, T_byte2, RH_byte1, RH_byte2, CheckSum ;
30
31 void Start_Signal(void) {
32     DHT11_PIN_Direction = 0; // Configure connection pin as output
33     DHT11_PIN = 0; // Connection pin output low
34     // Wait 35 ms
    
```

Figure 48:Le programme de dht 11 (CCS Compiler)

La simulation De capteur dht 11 dans le proteus:

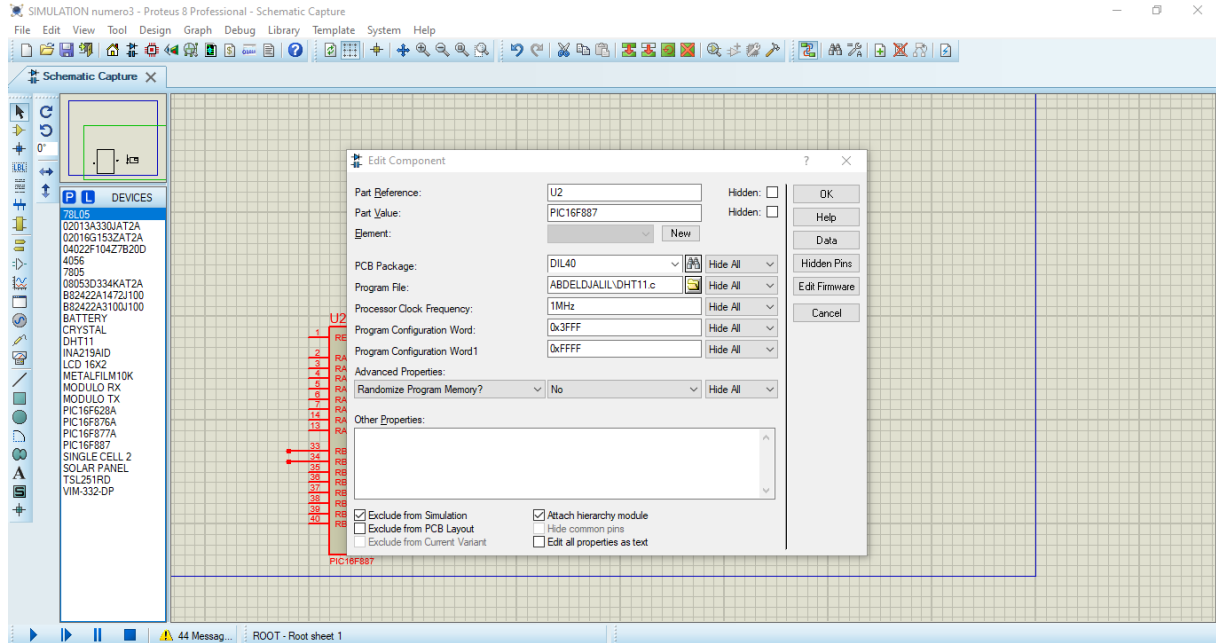


Figure 49:La simulation de dht 11 (Proteus)

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a fait des branchements de différents composants électronique (panneau solaire, RF récepteur et transmetteur, le capteur dht 11)avec le microcontrôleur de microship pic dans l’environnement de simulation proteus.

Chapitre IV:
Réalisation

1 Introduction:

Dans ce chapitre, nous allons faire la description du système qu'on veut réaliser, qui est un système embarqué de caractérisation de panneaux photovoltaïques. Le système est composé d'un module à microcontrôleur, d'un ensemble de capteurs,

Ainsi, dans ce qui suit nous aborderons les étapes de mise en œuvre de notre projet, et les choix techniques que nous avons effectué.

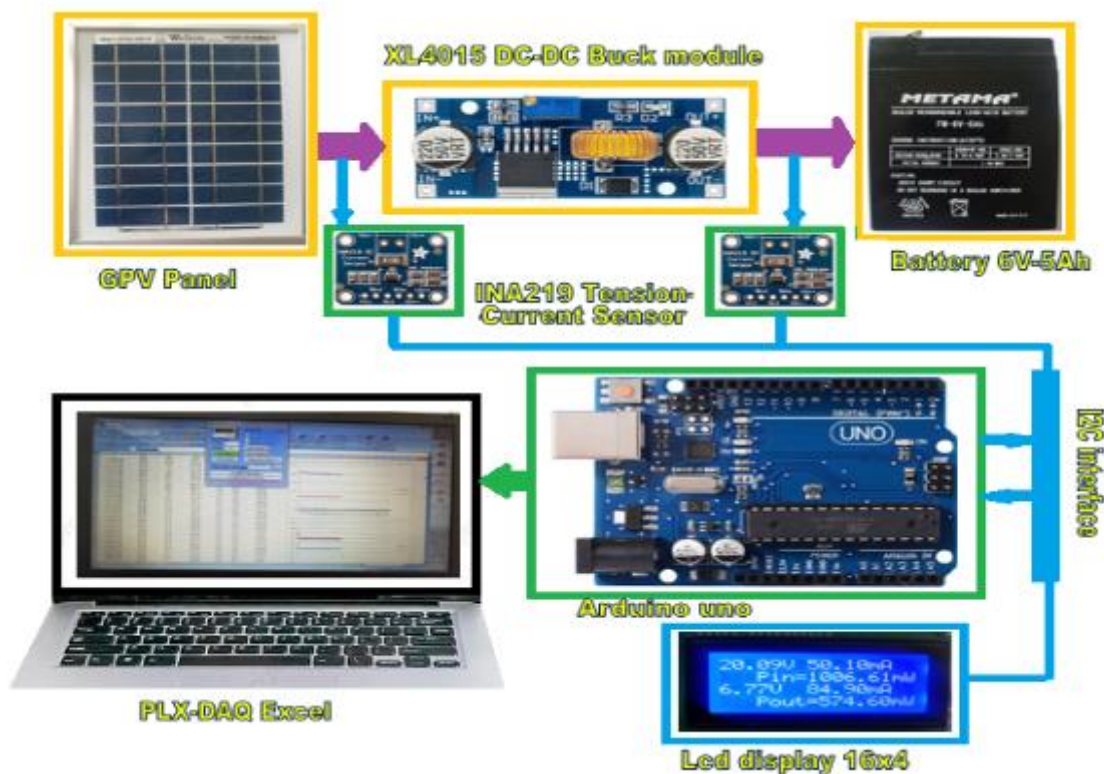


Figure 50:Schéma d'une mesure de modules photovoltaïques en chaîne solaire

L'utilisation du convertisseur statique type Buck est nécessaire pour réduire la tension au niveau de la batterie pour une tension de chargement de la batterie constante presque $V_{batt} = 7V$, car les panneaux solaires sont connectés en série, la tension open circuit $V_{oc} = 20V$. [38]

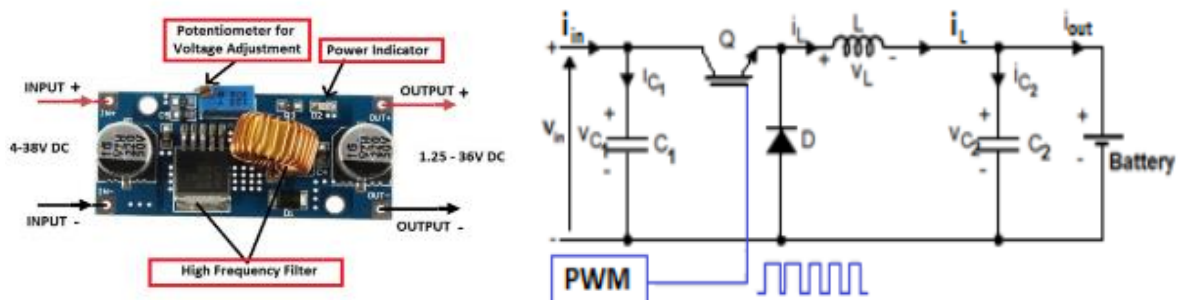


Figure 51:Buck convertisseur

Caractéristique du convertisseur buck DC-DC :

Parameters	Variable & Unite	Value
Input Voltage	Vin [V]	4 to 38
Output Voltage	Vout [V]	1.25 to 36
Output current	Iout [mA]	0 to 5
Output power	Pout [W]	75
High Efficiency	[%]	up to 96
Switching frequency	f [kHz]	180
Dimensions	[cm]	5.4 x 2.3 x 1.5

Tableau 3:Caractéristique du convertisseur buck DC-DC [38]

2 Arduino uno :

Arduino est une plate-forme de prototypage d'objets interactifs à usage créatif constituée d'une carte électronique et d'un environnement de programmation.

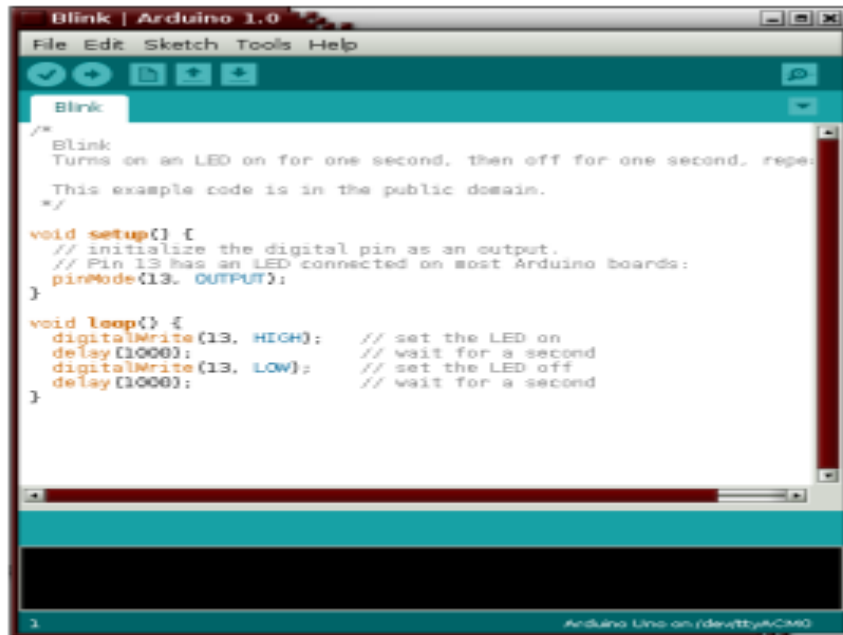
Sans tout connaître ni tout comprendre de l'électronique, cet environnement matériel et logiciel permet à l'utilisateur de formuler ses projets par l'expérimentation directe avec l'aide de nombreuses ressources disponibles en ligne. [37]



Figure 52:Arduino uno

3 Ide Arduino:

Arduino est le Logiciel permettant d'installer les drivers des cartes Arduino, de la programmer en langage C.



```
Blink | Arduino 1.0
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repe-
 * This example code is in the public domain.
 */
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
Arduino Uno on (dev/tty/CMS)
```

Figure 53:programme sous l'environnement d'arduino ide

4 Réalisation:

Voici en dessous la carte électronique contient les différents éléments, présenté dans la (figure 54, 55). [38]



Figure 54:carte d'acquisition [39]



Figure 55:réalisation final de projet [39]

5 PLX-DAQ programme :

Un tableur (ou chiffrier électronique) est un logiciel permettant de manipuler des données numériques et d'effectuer automatiquement des calculs sur des nombres stockés dans un tableau. Il est ainsi possible d'automatiser des calculs complexes mettant en jeu un grand nombre de paramètres en créant des tableaux appelés feuilles de calcul. [40]

De plus les tableurs permettent également de créer facilement des représentations graphiques à partir des données saisies :

- Histogrammes
- courbes
- diagrammes à secteurs

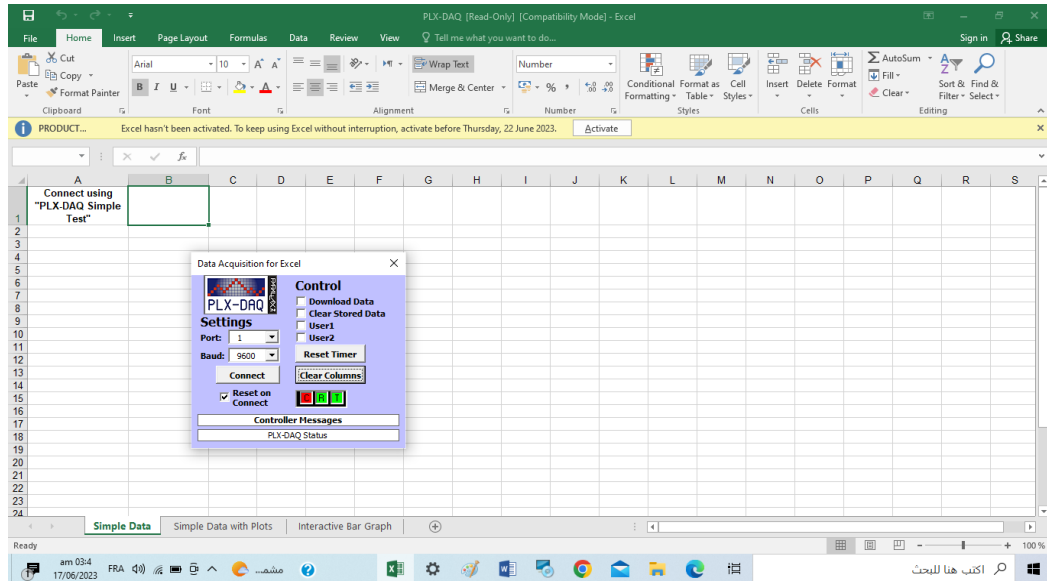


Figure 56:L'interface d'utilisation et affichage [40]

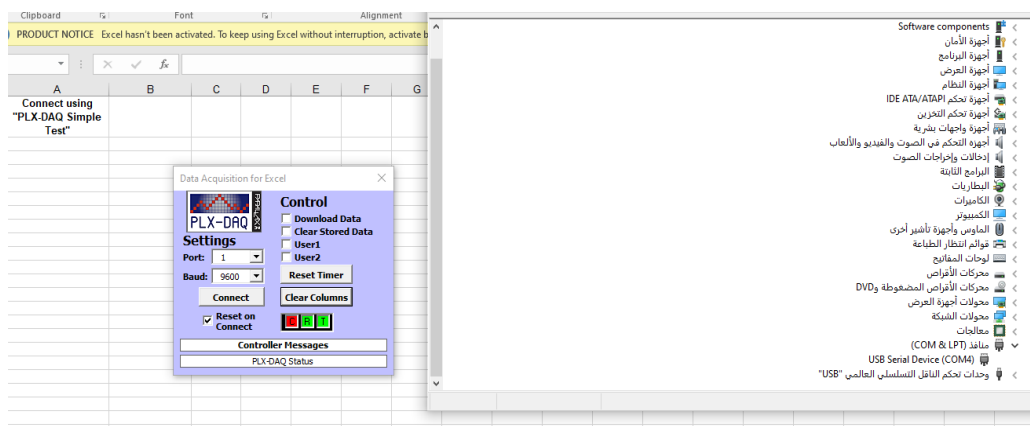


Figure 57:Contrôle d'accès.

6 Les résultats :

Par l'utilisation de l'application PLX-DAQ du tableau Excel, nous avons stocké les données des paramètres mesurés en temps réel.

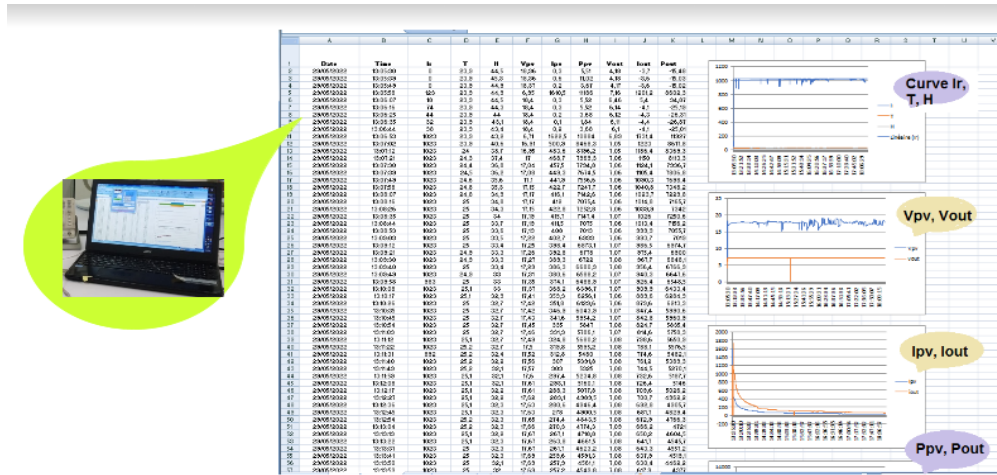


Figure 58:Affichage des résultats sur le tableur Excel.

Les courbes :

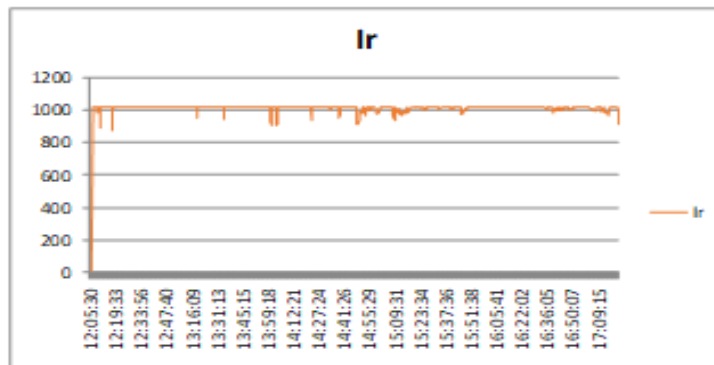


Figure 59:Radiation solaire

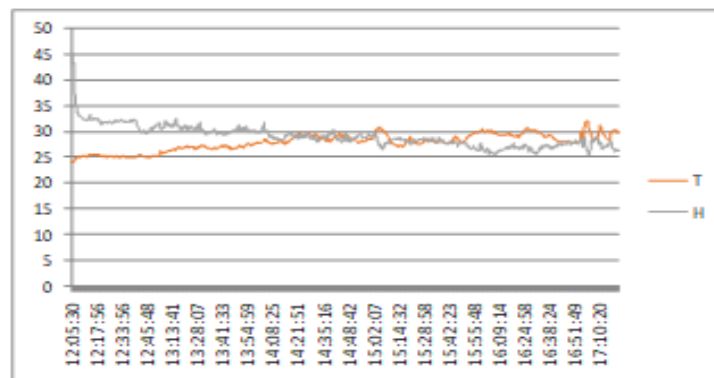


Figure 60:Température (T) et humidité (H)

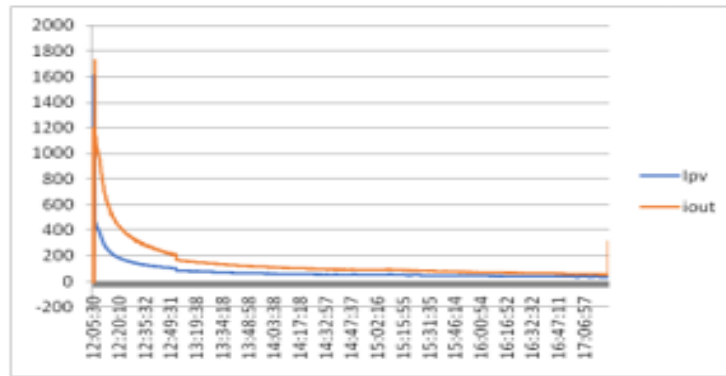


Figure 61: Sortie du courant (I_{pv}) et convertisseur DC-DC de sortie (I_{out})

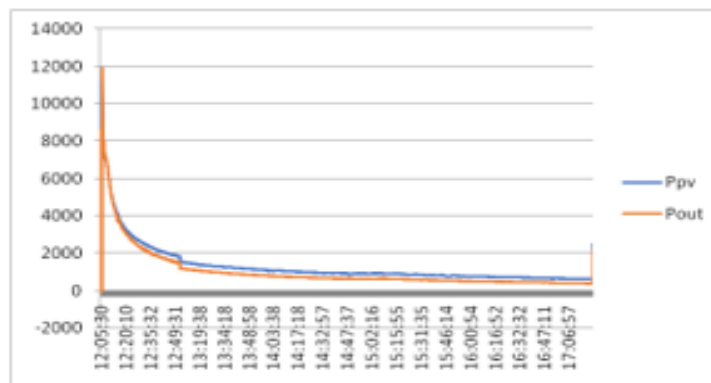
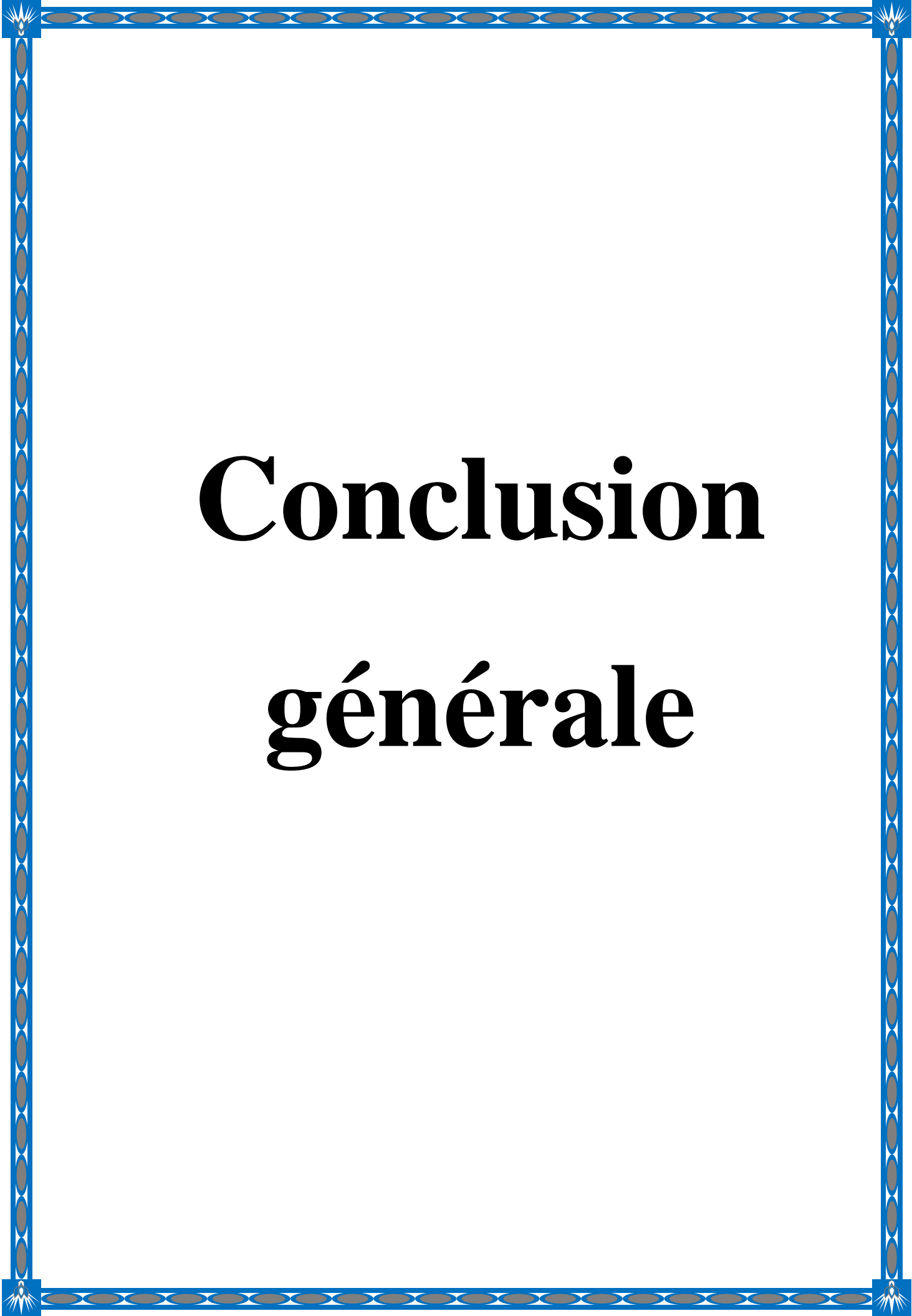


Figure 62: Sortie de la puissance (P_{pv}) et convertisseur DC-DC de sortie (P_{out})

Conclusion

Dans ce chapitre, malgré tous les problèmes rencontrés on a pu réaliser un circuit robuste et simple pour mesurer les caractéristiques, dont on a utilisé des capteurs pour la mesure de courant I et un pour mesurer la tension V , et bien sûr un pour la température T ainsi que la lumière (l'éclairage). Les résultats obtenus montrent l'efficacité de la mesure point par point pour tracer les caractéristiques.



Conclusion

générale

Conclusion générale

Conclusion générale:

Dans le cadre du projet de fin étude, nous avons étudié les systèmes de caractérisation des modules photovoltaïques, qui permettent de tracer la courbe I-V dans les conditions de fonctionnement réel. Ainsi, l'extraction de ses caractéristiques électriques qui peut nous donner des informations sur son état de fonctionnement (performance et dégradation pour un éventuel défaut).

On a enlevé les résultats de mesure par le travail de doctorat de Mr. Saidi Abdelkader et depuis un sans article, pour les différents paramètres électriques au niveau du panneau et au niveau de la batterie dans notre présent mémoire, ainsi les photos de manipe, pour la similarité de projet, la seule différence si que la carte de Mr. Saidi Abdelkader est sans Wifi, par une câble série, et sa revient à cause de la courte durée de la remis de Mémoire de fin cycle de Master, et comme perspective nous espérons de continu notre travail de la réalisation du projet avec le Pic et la communication du radio fréquence.

Ce travail a visé à étudier :

- Mesurer différents paramètres solaires (i_{pv} , V_{pv} , P_{pv}) et aussi (I_r , T , H).
- Un système logiciel est utilisé pour contrôler la batterie à partir d'une unité de traitement (u. contrôleur)
- Acquisition de données pour le panneau solaire et les contraintes solaires
- Température et irradiation. Possibilité de stockage des données pour chaque jour, et pour une longue durée.
- L'alimentation abaisseur de tension du convertisseur pour les différents systèmes d'alimentation et la compensation de la batterie



Références bibliographiques

Références bibliographiques

Références bibliographique

- [1] Abdelouahab Zaatri , Novembre 2018. Introduction aux Energies Renouvelables. researchgate
- [2] Polycop, support de cours SALMI (univ-msila.dz)
- [3] Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de Master Filière : Automatique Spécialité : Automatique et informatique industrielle, Présenté par : Boukhari Roudhouane, Université Khenchela, 2021
- [4] Chapitre2_systeme_photovoltaique-partie1 (univ-batna2.dz)
- [5] Fonctionnement des cellules solaires photovoltaïques – Total Energies
- [6]http://195.130.108.4/mirror/OpenEducationalResources/www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/fr06/Chap_6_FR.pdf
- [7] Tsai, H. L., Tu, C. S., & Su, Y. J. (2008, October). Development of generalized photovoltaic model using MATLAB/SIMULINK. In Proceedings of the world congress on Engineering and computer science (pp. 1-6)
- [8] Keshavani, K., Joshi, J., Trivedi, V., & Bhavsar, M. (2014). Modelling and Simulation of Photovoltaic Array Using Matlab/Simulink. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING DEVELOPMENT AND RESEARCH, 2(4), 3742-3751.
- [9] Rustemli, S., & Dincer, F. (2011). Modeling of photovoltaic panel and examining effects of temperature in Matlab/Simulink. ElektronikairElektrotechnika, 109(3), 35-40
- [10] Kachhiya, K., Lokhande, M., & Patel, M. (2011, May). MATLAB/Simulink model of solar PV module and MPPT algorithm. In National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology (pp. 13-14).
- [11] Itas, I. H., & Sharaf, A. M. (2007, May). A photovoltaic array simulation model for MatlabSimulink GUI environment. In Clean Electrical Power, 2007. ICCEP'07. International Conference on(pp. 341-345). IEEE
- [12] Mémoire de Magister Option : Microélectronique Présenté par : Mme MEZIANI Zahra THEME MODELISATION DE MODULES PHOTOVOLTAIQUES
- [13] Installation de panneau solaire : 8 schémas pour tout expliquer (engie.fr)

Références bibliographiques

- [14] Qu'est-ce que le coefficient de température d'un panneau photovoltaïque ? (jade-technologie.com)
- [15] Effet d'ombrage sur le rendement du système solaire PV - Connaissances - DS New Energy (dsnsolar.com)
- [16] Les protocoles de communication(UART, I2C, SPI, CAN) (edukelectro.com)
- [17] Protocoles de communication série : UART, I2C et SPI (passionelectronique.fr)
- [18] <https://www.energie douce.com/content/14-tout-savoir-sur-les-panneaux-solaires>
- [19] Benslimane, C., & Touati, A. (2017/2018). Conception d'une plateforme de surveillance apicole (Mémoire de Master Académique). Université Mohamed Boudiaf - M'Sila.
<https://www.orbit-dz.com/product/chargeur-li-ion-37v-protection-tp4056/>
- [20] Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications (researchgate.net)
- [21] http://for-ge.blogspot.com/2015/11/quartz-electronique_17.html
- [22] DHT11 temperature and humidity sensor. | Download Scientific Diagram (researchgate.net), DHT11 Humidity & Temperature Sensor (mouser.com)
- [23] <https://boutique.semageek.com/fr/416-dht22-capteur-de-temperature-et-humidite-digital-3008943768541.html>
- [24] BELMOUMENE, H. (2022). Étude et conception d'une serre instrumentée et robotisée (Mémoire de projet de fin d'études). École Nationale Polytechnique (ENP).
- [25] [TSL2561 sensor TSL2561 sensor features a digital interface. It has a... | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#)
- [26] https://www.smartprototyping.com/image/data/9_Modules/101416%20SRX882%20Low%20Consumption%20Strong%20Driving%20Force%20Super%20Heterodyne%20Receiver%20Module/SRX882%20Datasheet.pdf
- [27] <http://radiolux.com.ua/files/pdf/STX882.pdf>
- [28] <https://www.dig-kom.com/shop-1/433mhz-stx882-srx882-rf-wireless-ask-transmitter-and-receiver-kit>
- [29] <https://sti.discip.ac-caen.fr/sites/sti.discip.ac-caen.fr/IMG/pdf/picbasic1s.pdf>

Références bibliographiques

Introduction to the PIC microcontroller (researchgate.net)

- [30] http://pfmh.uvt.rnu.tn/491/1/Conception_et_réalisation__d'un_enregistreur_de_données_.pdf 2016
- [31] <http://www.oumnad.123.fr/Microcontrolleurs/PIC16F877.pdf> 2016
- [32] <http://blewando.dlinkddns.com/cours/sin/006/fichier.pdf> 2016
- [33] <https://www.nikom.biz/pdf/PIC-K150.pdf>
- [34] <https://www.sigmaelectronica.net/manuals/K150.pdf>
- [35] Proteus (ISIS et ARES) - Logiciel Électronique (elektronique.fr)
- [36] PIC16F876A-I/SP Microchip, Microcontrôleur 8 bits, Flash, PIC16F8xxx | Farnell FR
- [37] V. Daniel, P. A. Puglia and M. Puglia, RFID-A Guide to Radio Frequency Identification, Technology Research Corporation, 2007.
- [38] Saidi, A., Azoui, B., Ghenai, C., & Lekmine, F.. Design and Conception of Platform that Allows to Connect Different Solar Panels and Loads through a DC-DC Buck Converter, *J. Nano- Electron. Phys.* (2022).
- [39] Travaux de la thèse de doctorat de Mr. Saidi Abdelkader, inscrit à l'université de Batna, enseignant à l'université de Khenchela
- [40] <https://www.parallax.com/package/plx-daq/>